



FACULDADE DO FUTURO - FAF
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

PRODUÇÃO DE ALFACE EM FUNÇÃO DE FONTES DE FÓSFORO

BRUNO JOSÉ DE OLIVEIRA
EDUARDO OLIVEIRA GARCIA
JULIANO DIAS JANUÁRIO

MANHUAÇU
2022



FACULDADE DO FUTURO - FAF

CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

BRUNO JOSÉ DE OLIVEIRA
EDUARDO OLIVEIRA GARCIA
JULIANO DIAS JANUÁRIO

PRODUÇÃO DE ALFACE EM FUNÇÃO DE FONTES DE FÓSFORO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Graduação em agronomia da Faculdade do Futuro, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Me. Danilo Messias de Oliveira.

MANHUAÇU
2022

BRUNO JOSÉ DE OLIVEIRA
EDUARDO OLIVEIRA GARCIA
JULIANO DIAS JANUÁRIO

PRODUÇÃO DE ALFACE EM FUNÇÃO DE FONTES DE FÓSFORO

BANCA EXAMINADORA:

Presidente orientador
Me. Eng. Agrônomo - Danilo Messias de Oliveira
Faculdade Futuro

1º Examinador
Dr. Eng. Agrônomo - Allan Rocha de Freitas
Faculdade Futuro

2º Examinador
Dra. Eng. Agrônoma - Yaska Janaína Bastos Soares
Faculdade Futuro

Aprovado em ____ / ____ / ____

PRODUÇÃO DE ALFACE EM FUNÇÃO DE FONTES DE FÓSFORO

LETTUCE PRODUCTION AS A RESULT OF PHOSPHORUS SOURCES

Resumo

As hortaliças folhosas são consideradas exigentes em nutrientes. A alface (*Lactuca sativa*) é uma planta herbácea da família Asteraceae, considerada como a mais consumida no Brasil. Entretanto, para seu rápido crescimento e desenvolvimento, entre os nutrientes mais importantes na manutenção e maximização do potencial produtivo, está o fósforo (P). O uso de fontes de fertilizantes fosfatados auxilia na eficiência deste nutriente e no rendimento da cultura. Como as reservas de fósforo são finitas, surgem novas fontes com liberação lenta, disponibilizando o nutriente ao longo do ciclo, podendo ser usada tanto no cultivo orgânico, como no convencional. Neste sentido, objetivou-se realizar uma revisão de literatura o efeito de fontes de fósforo na produção de alface. Devido a cultura da alface ser de ciclo curto e os produtos encontrados no mercado apresentarem solubilidade variada, deve-se aplicar fontes de P de liberação rápida para disponibilizar o P a cultura.

Palavra-chave: *Lactuca sativa*, olerícola, adubação fosfatada, solubilidade

Abstract

Leafy vegetables are considered nutrient demanding. Lettuce (*Lactuca sativa*) is a herbaceous plant of the Asteraceae family, considered the most consumed in Brazil. However, for its rapid growth and development, among the most important nutrients in maintaining and maximizing the productive potential is phosphorus (P). The use of sources of phosphate fertilizers helps in the efficiency of this nutrient and in the crop yield. As phosphorus reserves are finite, new sources appear with slow release, making the nutrient available throughout the cycle, and can be used both in organic and conventional cultivation. In this sense, the objective was to carry out a literature review of the effect of phosphorus sources on lettuce production. Due to the fact that the lettuce crop has a short cycle and the products found on the market have varied solubility, fast-release P sources must be applied to make the P available to the crop.

Keyword: *Lactuca sativa*, vegetable crop, phosphate fertilization, solubility

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 METODOLOGIA.....	6
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
3.1 Aspectos gerais.....	7
3.2 Importância econômica da alfaca.....	8
3.3 Dinâmica do fósforo no solo.....	8
3.4 Fontes de fósforo.....	10
3.5 Relação fontes de fósforo e rendimento da alfaca.....	12
3.6 Microrganismos solubilizadores de fosfato e fontes de fósforo.....	13
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	14
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14

1 INTRODUÇÃO

As hortaliças são alimentos importantes para a saúde humana, em que o consumo diário é extremamente benéfico para a saúde. Dentre as olerícolas, a alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosas do segmento mais cultivada e consumida no Brasil, perfazendo cerca de 50% de toda a produção e comercialização nacional deste segmento, com produção de 1,5 milhões de toneladas.ano⁻¹ (EXAME, 2021). Geralmente são consumidas na forma *in natura* e seu consumo tem se intensificado nos últimos anos em função da demanda (VILLAS BÔAS et al., 2004).

A ampliação da produção da alface atualmente está diretamente associada às inovações tecnológicas aplicada à cultura, associando cultivo em ambiente protegido, tratos culturais e cultivares de alta produtividade (SILVEIRA, 2016), além da adequada nutrição da planta, que traz benefícios diretos para a cultura, garantindo uma maior renda ao produtor (YURI et al., 2016). No entanto, por se tratar de cultura com ciclo de desenvolvimento rápido, necessita de uma adequada aplicação dos fertilizantes e doses corretas, com base nos teores dos elementos no solo, para que estejam prontamente disponíveis as necessidades das plantas (SILVA; CARMARGO; WANGEN, 2013).

As hortaliças folhosas são consideradas exigentes em nutrientes (OLIVEIRA et al., 2004). Dentre os nutrientes necessários para o rápido crescimento e desenvolvimento da alface, o nitrogênio (N) e o fósforo (P) auxiliam na manutenção e maximização do potencial produtivo, o P é um dos elementos que está diretamente associado aos processos biossintéticos da planta, sendo componente do ATP, e dos nucleotídeos do DNA e RNA. Além disso, o P atua como regulador da fotossíntese e metabolismo de carboidratos, favorecendo o desenvolvimento das plantas (PRADO, 2008). Desta forma, o emprego da adubação fosfatada é capaz de promover uma maior produtividade e incremento dos componentes fitotécnicos da planta. Entretanto, a disponibilidade deste nutriente está associada as características físicas do solo (MOREIRA; FONTES; CARMARGOS, 2001).

O elevado intemperismo dos solos tropicais associado ao material de origem e a forte interação do P com o solo, favorecem para baixa disponibilidade de fósforo para as culturas (SANTOS; GATIBONI; KAMINSKI, 2008). A baixa mobilidade do P é resultado da sua sorção aos colóides de forma não trocável, ou seja, mesmo na forma trocável sua liberação ocorre lentamente (VINHA et al., 2021), tornando o

elemento limitante para produção de biomassa vegetal. Sendo necessário utilizar fontes de P com disponibilidades variadas para atender a necessidade da cultura ao longo do desenvolvimento da planta.

Dentre as fontes de fósforo mais utilizadas na agricultura estão os fosfatos solúveis em água, tais como os superfosfatos simples e triplo e o fosfato monoamônico representam, respectivamente, 50, 18 e 12,5% do total consumido no Brasil, além de outros adubos disponíveis menos consumidos, tais como os termofosfatos, fosfatos naturais e parcialmente acidulados (SOUZA et al., 2016).

Embora tenha diversas fontes de P, comumente tem sido recomendado o superfosfato simples (SFS) e superfosfato triplo (SFT). No entanto, outras fontes, como: termofosfato (TM), fosfato natural (FN), fosfato natural reativo (FNR) que apresentam menor solubilidade têm demonstrado resultados satisfatórios na produtividade de diversas culturas. Estudo avaliando o efeito de fontes e dose de adubação fosfatada em olerícolas observou aumento linear na produção das culturas em função das fontes de P, especialmente FN e ST (SILVA, 2017). Porém de forma específica para cultura da alface, poucos são os estudos que tratam especificamente das fontes de P na cultura.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar pesquisas científicas a fim de elaborar um relatório com os dados destes estudos no que se refere à produção de alface em relação à fonte de fósforo utilizada na adubação para observar se há alguma interação com o tipo a fonte de fósforo com a produção da alface.

2 METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa utilizou-se como método a pesquisa de revisão bibliográfica, realizando a seleção, análise e descrição de publicações científicas sobre a produção de alface em função das fontes de fósforo.

Foram pesquisados estudos científicos produzidos entre 2000 e 2022 os quais foram selecionados em plataformas de pesquisa acadêmica como o Google Acadêmico, SciELO e Portal Capes.

Os dados foram apresentados por meio de uma revisão bibliográfica demonstrando os estudos diversos que versam sobre a produção de alface com adubação em relação às fontes de fósforo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos gerais

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma espécie da família *Asteraceae* originária de regiões do Mediterrâneo, bastante influenciada pelas condições ambientais devido a sua origem, desenvolvendo bem em temperaturas amenas em regiões de clima mais frios onde tem a ocorrência de geadas e ventos frios que danificam a folha perdendo sua qualidade e produção. Por outro lado, no verão, os fatores limitantes são as chuvas de curta duração e de alta intensidade, a elevada densidade de fluxo de radiação solar incidente e as altas temperaturas do ar, que favorecem o pendoamento precoce das plantas e o acúmulo de látex nas folhas (FILGUEIRA, 2013).

A planta de alface é classificada com herbácea, possuindo um caule que é responsável por prender as folhas em sua estrutura, as folhas são amplas e se desenvolvem entorno do caule, alguns cultivares possuem folhas com texturas lisas ou crespas, podendo formar ou não certo tipo de “cabeça” (FILGUEIRA, 2013). A cultura pode variar seus tons de coloração, de verde até roxa, isso vai depender do cultivar (SALA; COSTA, 2012).

No cultivo da alface a faixa de temperatura para melhor desenvolvimento vegetal encontra-se de 18 a 25 °C, temperaturas acima de 30 °C causam decréscimo na produtividade. Embora seja uma cultura de clima tropical, em virtude do melhoramento genético, pode-se cultivar a alface o ano todo no Brasil, tendo em vista o desenvolvimento de cultivares com tolerância a diversas condições climáticas (VIEIRA et al., 2012).

A alface é uma cultura cujas folhas são a parte mais utilizada e a maior parte da planta, logo a nutrição é fator fundamental para a formação de um produto comercial com qualidade. A produtividade e a qualidade da alface estão ligadas ao clima e a fatores de produção, com maior destaque para a disponibilidade hídrica e a adubação (SILVA, 2017). De acordo com Cantarella et al., (2018), a recomendação de fertilizantes, no plantio, para a alface é de 30 a 40 kg.ha⁻¹ de N; 60 a 320 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 a 120 kg.ha⁻¹ de K₂O. Em cobertura, a recomendação é de 60 a 90 kg ha⁻¹ de N, parcelados aos 10, 20 e 30 dias após o transplante da alface.

Os melhores desempenhos na produtividade da alface estão relacionados a

adubações com N e P (FILGUEIRA, 2013). No que se refere à adubação fosfatada, o nutriente interfere no crescimento e desenvolvimento da planta e, em algumas variedades, a deficiência causa má formação da cabeça (MOTA et al., 2003). Trani, Breda Jr. e Factor (2014) ao analisarem as concentrações e o acúmulo de nutrientes em alface, verificaram que a parte aérea das plantas conduzidas no sistema convencional apresentam concentrações de: 30 a 50; 3 a 7; 50 a 80; 15 a 25; 4 a 6 e 2 a 4 g kg⁻¹ respectivamente, de N, P, K, Ca, Mg e S e conteúdo de macronutrientes na parte fresca colhida de: 1,4 kg.t⁻¹ de N; 0,2 kg.t⁻¹ de P; 2,6 kg.t⁻¹ de K; 0,8 kg.t⁻¹ de Ca; 0,2 kg.t⁻¹ de Mg e 0,2 kg.t⁻¹ de S, obtendo produtividades variando de 15 a 80 t.ha⁻¹.

3.2 Importância econômica da alface

Entre os maiores produtores da cultura estão China, Estados Unidos e Índia com 3,1, 3,7 e 1,2 milhões de toneladas em 2018, respectivamente (FAO, 2020). Somente nos EUA, a cultura movimenta 3 bilhões de dólares.ano⁻¹ (USDA, 2020).

No Brasil, a alface é a hortaliça folhosa mais produzida, ocupando uma área de aproximadamente 86,8 mil hectares por cerca de 670 mil produtores, com volume produzido de 575 mil toneladas, sendo plantada nas diferentes regiões do Brasil. O cultivo é mais importante nas regiões Sul e Sudeste, onde se destacam os estados de São Paulo (137.000 t) e Paraná (53.972 t), já o estado de Minas Gerais produz cerca de 17.756 t provenientes principalmente de pequenas propriedades rurais, nas quais predomina a mão de obra familiar (SILVA, 2013).

Dentre as variedades de alface no mercado nacional, os principais tipos de alface cultivados e consumidos, em ordem de importância econômica, são: crespa, americana, lisa e romana. As variedades de folhas crespas e coloração verde-clara correspondem ao tipo varietal de alface preferido pelos consumidores brasileiros (HENZ; SUINAGA, 2009).

A alface americana tem se destacado bastante, apresentando folhas de cor amarela ou branca na parte interna da planta, além da característica crocante em sua folha e pode tolerar um melhor tempo de conservação no pós-colheita. Essas características tornam essa cultivar seja selecionada para indústrias de minimamente processados (BRZEZINSKI et al., 2017).

3.3 Dinâmica do fósforo no solo

O fósforo (P) é um importante macronutriente que desempenha papel fundamental na formação de ATP, sendo a principal fonte de energia para a realização de processos como a fotossíntese, divisão celular, transporte de assimilados e carga genética (FAQUIM, 2001). A indisponibilidade do P nos estádios de desenvolvimento iniciais das plantas podem causar restrições no crescimento vegetativo, haja vista que o P está ligado diretamente ao crescimento das raízes, portanto, uma má formação do sistema radicular poderá dificultar a absorção de água e nutrientes ocasionando um desenvolvimento inicial (TAIZ et al., 2017).

O teor total de P nos solos encontra-se entre 200 e 3.000 mg.kg⁻¹, no entanto, somente cerca de 0,1% deste total encontrar-se disponível para a absorção pelas plantas. Já em solos agrícolas, a disponibilidade deste elemento na solução do solo pode variar de 0,002 e 2 mg.L⁻¹ (NOVAIS et al., 2007).

O P presente na solução do solo que estão prontamente disponíveis para a absorção pelas raízes. O P-lábil consiste em uma fração de P que não estão prontamente disponíveis para absorção, mas que mantém uma relação de equilíbrio com a solução, disponibilizando P à medida em que ele é absorvido. Por outro lado, o P-não lábil consiste na fração de P que está irreversivelmente fixada às partículas do solo, devido a atração eletrostática entre as cargas do íon fosfato (H₂PO₄⁻) e as cargas positivas da argila, em seguida, a troca de ligantes, como o OH⁻ e OH₂⁺, da superfície dos óxidos pelo H₂PO₄⁻ da solução tornando-o indisponível (NOVAIS et al., 2007; NOVAIS; SMYTH, 1999).

A transformação do P-lábil em P não-lábil se dá por conta da fixação de P, ou seja, pela retenção de P pelo solo de forma não reversível, pelo menos a curto prazo. A adsorção do fósforo ocorre primeiro nos sítios de menor labilidade e, logo após, o fósforo remanescente é redistribuído em porções retidas com menor energia e de maior disponibilidade às plantas, em relação ao sistema de cultivo convencional (RHEINHEIMER; ANGHINONI; CONTE, 2000).

Os solos brasileiros por natureza apresentam menor disponibilidade de P, cerca de 50% do P aplicado no solo em forma de fertilizante inorgânico para as culturas agrícolas (NOVAIS; SMYTH, 1999). Segundo Gonçalves et al., (1989), mais de 95% do P aplicado a um latossolo vermelho (55% de argila), na dose de 150 mg kg⁻¹, se transformou em P-não lábil após 300 dias da aplicação. Essa baixa

disponibilidade do P, está diretamente relacionada com os oxidróxidos de ferro e alumínio e argila silicatada do tipo caulinita, além do elevado grau de intemperismo e baixos níveis de matéria orgânica, aumentando a adsorção do nutriente e diminuindo a concentração do P na solução do solo.

A matéria orgânica no solo (MOS) favorece a maior disponibilidade o P na solução dos solos, haja vista que a capacidade de adsorção dos colóides do solo diminuir em presença dos ácidos orgânicos liberados pela MOS (FRANCHINI et al., 2001). No entanto, a velocidade de liberação de nutrientes dos resíduos vegetais no processo de decomposição está relacionada com a relação C/N, a temperatura, o clima e da forma em que esses nutrientes se encontram no tecido vegetal (GIACOMINI et al., 2003). Desta forma, como a maior parte P presente planta está associada a componentes orgânicos do tecido vegetal, sua liberação está diretamente associada ao processo de decomposição pelos microrganismos do solo (CORRÊA; MAUAD; ROSOLEM., 2004).

3.4 Fontes de fósforo

O uso de fertilizantes é uma prática que visa repor os nutrientes na solução do solo para que as plantas possam ter seu ciclo de desenvolvimento completo, podendo ser aplicados mediante diferentes fontes de fornecimento.

Atualmente, os fertilizantes fosfatados estão disponíveis no mercado em diferentes fontes industrializadas, os quais apresentam diferentes concentrações de P. As fontes mais utilizadas atualmente são: Superfosfato Simples (SFS), Superfosfato Triplo (SFT), Monoamônico Fosfato (MAP) e Termofosfato (TM), Fosfato Natural (FN), Fosfato Natural reativo (FNR). Esses produtos podem ser classificados quanto às solubilidades em água, citrato neutro de amônio (CNA) e ácido cítrico (AC), analisados conformes a legislação brasileira (SOUZA; LOBATO, 2004).

As fontes de maior reatividade apresentam em geral, alta eficiência agrônômica (SANTOS; GATIBONI; KAMINSKI, 2008), sendo os fosfatos de menor reatividade como os Fosfato Natural reativo (FNR) uma alternativa a essas fontes de maior solubilidade. Apesar da menor disponibilidade imediata de P para as plantas, dos Fosfato Natural reativo (FN) tem menor custo, além do que em solos com forte dreno fator dreno sua utilização é mais conveniente, desde que essa menor

reatividade não interfira no processo de difusão que garante P para as plantas (HOROWITZ; MEURER, 2004).

No Brasil os fosfatos solúveis em água usualmente comercializados são (Figura 01):

Figura 01: Fontes de fosfatos solúveis em água usualmente comercializados no Brasil.

Fertilizantes	Garantia mínima	Características	Observação
Fosfato diamônico (DAP)	16% de N 45% de P ₂ O ₅	Fósforo determinado como P ₂ O ₅ solúvel em CNA + H ₂ O e mínimo de 38% solúvel em água. Nitrogênio na forma amoniacal	---
Fosfato monoamônico (MAP)	9% de N 48% de P ₂ O ₅	Fósforo determinado como P ₂ O ₅ solúvel em CNA + H ₂ O e mínimo de 44% solúvel em água. Nitrogênio na forma amoniacal	---
Fosfato natural	24% de P ₂ O ₅	Fósforo determinado como P ₂ O ₅ total e mínimo de 4% solúvel em ácido cítrico a 2% na relação 1:100	23% a 27% de cálcio
Hiperfosfato	30% de P ₂ O ₅ (pó) 28% 24% de P ₂ O ₅ (granulado)	Fósforo determinado como P ₂ O ₅ total e mínimo de 12% solúvel em ácido cítrico a 2% na relação 1:100	30% a 34% de cálcio
Superfosfato simples	18% de P ₂ O ₅	Fósforo determinado como P ₂ O ₅ solúvel em citrato neutro de amônio mais água e mínimo de 16% em água	18% a 20% de cálcio 10% a 12% de enxofre
Superfosfato triplo	41% de P ₂ O ₅	Fósforo determinado como P ₂ O ₅ solúvel em CNA+H ₂ O e mínimo de 37% solúvel em água	12% a 14% em cálcio
Fosfato natural parcialmente acidulado	20% de P ₂ O ₅	Fósforo determinado como P ₂ O ₅ total, mínimo de 9% solúvel em citrato neutro de amônio mais água, ou 11% solúvel em ácido cítrico a 2% na relação 1:100 e mínimo de 5% solúvel em água	25% a 27% de cálcio, 0 a 6% de enxofre e 0 a 2% de magnésio
Termofosfato magnésiano	17% de P ₂ O ₅ 7% de Mg	Fósforo determinado como P ₂ O ₅ total e mínimo de 14% solúvel em ácido cítrico a 2% na relação de 1:100	18% a 20% de cálcio. Apresenta também característica de corretivo de acidez
Fosfato bicálcico	38% de P ₂ O ₅	Fósforo determinado como 41% de P ₂ O ₅ solúvel em CNA+H ₂ O	12% a 14% de cálcio
Escória de Thomas	12% de P ₂ O ₅	Fósforo determinado como P ₂ O ₅ solúvel em ácido cítrico a 2% na relação de 1:100	20% a 29% de cálcio, 0,4% a 3% de magnésio
Fosfato natural reativo	28% de P ₂ O ₅ (farelado)	Fósforo determinado com 12% de P ₂ O ₅ total e mínimo de 9% solúvel em ácido cítrico a 2% na relação 1:100	Mínimo de 30% de cálcio

Fonte: Gitti; Roscoe, 2017.

Os estudos sobre as fontes de adubos fosfatados têm apresentado diversos resultados no que se relata à sua eficiência agrônômica em várias culturas, entretanto, mais necessário do que escolher a fonte de P que será usada, devendo

primeiramente estabelecer o custo benefício, pois no mercado de fertilizantes além do P na fórmula a também a adição de outros nutrientes como termofosfato magnesiano que contem 17% de P e 7% de Mg, portanto deve-se analisar cada situação e recomendar a fonte e quantidade do fertilizante, ao requerimento nutricional da cultura (GITTI; ROSCOE, 2017).

Harger et al., (2007) avaliando de fontes e doses de P no crescimento inicial do milho, observaram que o Superfosfato Triplo (SFT) demonstrou ser mais eficiente que o Fosfato Natural reativo (FNR), obtendo incremento de produção de 230% maior, garantindo melhor nutrição e crescimento inicial das plantas de milho. De forma similar, Silva et al., (2009) relataram que fontes de solubilidade mais elevada de Superfosfato Triplo (SFT) e Termofosfato (TM) proporcionaram as maiores produções de matéria seca de soja, em relação aos FN, em virtude da menor capacidade tampão para P do solo (menor fixação de P).

Os estudos sobre o efeito de fontes fosfatadas em olerícolas vêm se intensificando ao longo dos anos. Silva (2017) descreve que o SFT proporcionou maior produtividade e acúmulo de P na inflorescência em brócolis e, ao combinar SFT com o composto orgânico houve aumento o teor de P no solo ao término do experimento, indicando que o uso de fontes de fósforo associada ao composto orgânico, maximiza a produção.

3.5 Relação fontes de fósforo e rendimento da alface

Poucos trabalhos são encontrados descrevendo o uso de fontes fosfatadas na cultura da alface e, até mesmo, em outras hortaliças folhosas. Comumente tem sido recomendado o Superfosfato Triplo (SFT) e Superfosfato Simples (SFS) como fontes de fósforo (P). Atualmente, outras fontes reativas de menor solubilidade têm apresentado bons resultados na produtividade de diversas culturas.

Lana et al., (2004) em condições de acidez corrigida os resultados mais promissores na produção de alface foram observados em ordem decrescente com as fontes Fosmag, SFT, SFS, TM e FNR. Verificaram que o Fosmag provavelmente, devido ao fato do P neste composto estar sob uma forma disponível, solúvel em citrato neutro de amônio mais água, apresentou liberação gradual, diminuindo a fixação do fósforo. Além do mais, o P por estar ligado ao magnésio no mesmo grânulo, favorece sua absorção pelas plantas, em decorrência do efeito sinérgico da

interação fósforo-magnésio.

De acordo com Mota et al., (2003) ao analisarem a produção de alface americana em função da aplicação de doses e fontes de P, observaram uma regressão quadrática para o SFS e linear para o TM. Para os autores, após o valor máximo estimado ao aplicar SFS houve uma diminuição de peso, em virtude da alta solubilidade em água, estando prontamente disponível para as plantas, porém, acima de certo nível este P pode provocar um antagonismo nutricional. Por outro lado, o TM mesmo em altas doses, a produtividade foi inferior ao observado no SFS, devido a menor solubilidade do fertilizante e, como o ciclo da alface é muito curto, a planta em tão curto espaço de tempo não consegue satisfazer suas necessidades.

Para Ferreira et al., (2020) através de análise canônica para avaliar a influência de fontes de fosfato (MAP, SFT e Polyblen) nos componentes de rendimento de cultivar de alface cv. Americana. A variável altura de planta esteve mais associada ao fertilizante Polyblen, e número total de folhas para SFT, porém as variáveis diâmetro de caule e peso fresco de cabeça não foram associadas com nenhum dos fosfatos. A fonte Monoamônico Fosfato (MAP) não esteve associada a nenhuma das variáveis estudadas. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que o fósforo afeta a produção, mas não afeta sua qualidade da alface.

A aplicação de fontes de P demonstrou valores variados no teor foliar de P na alface. Lana et al., (2004) não observou diferença significativa entre os tratamentos Fosmag, SFT e SFS em que obtiveram valores compreendendo entre 1,8 a 1,9 g.kg⁻¹ de P em alface cultivada em latossolo vermelho Distrófico de textura muito argilosa, elevada acidez, baixos teores de P, o que possivelmente favoreceu a maior adsorção do elemento e conseqüentemente menor absorção das plantas.

Diferentemente de Bernardi et al., (2005) que ao avaliar a produção e teores de P em alface cultivada em substrato com zeólita acidificada com H₃PO₄ e em mistura com rocha fosfática apatita nas doses de 20; 40 e 80 g vaso⁻¹. Os autores observaram que o tratamento zeólita + H₃PO₄ + apatita apresentaram teores 6,02 g.kg⁻¹ de P, atribuindo os resultados ao zeólita pode ser uma fonte eficiente de P associado a apatita.

Mógor e Câmara (2009) não identificaram efeito dos tratamentos nos teores foliares de P entre as cultivares de alface ao aplicar TM, que variam entre 3,4 e 5,4 g kg⁻¹. Por outro lado, os teores de P aumentaram linearmente com as doses de SFT, em pó, variando de 2,2 a 4,6 g kg⁻¹ na matéria seca da parte aérea das plantas alface

crespa avaliada por Mantovani et al., (2013).

De maneira geral, mesmo aplicando fontes variada de P os teores foliar de P corroboram com os relatados por Trani, Breda Jr. e Factor (2014) consideraram adequados ao bom desenvolvimento de plantas de alface os teores foliares de P entre 3,0 e 7 g kg⁻¹ variando de acordo com a cultivar e o estágio de desenvolvimento das plantas.

3.6 Microrganismos solubilizadores de fosfato e fontes de fósforo

Apesar de seu potencial de uso agrícola, no Brasil, o estudo da interação entre fosfatos e microrganismos do solo tem merecido pouca atenção, especialmente na promoção da nutrição e crescimento de alface (ALVES, et al., 2009). Os microrganismos solubilizadores de fosfatos podem aumentar a disponibilidade de P no solo para as plantas (SILVA FILHO; VIDOR, 2000). Diversos trabalhos têm demonstrado interação positiva na inoculação de microrganismos promotores de crescimento vegetal associado ao P na agricultura.

Estudo desenvolvido por Alves e Silva Filho (2009) observaram efeito positivo somente do SFT sobre o crescimento das plantas de alface, comparado a FNR e TM associados a microrganismos solubilizadores de fosfatos (fungos e bactérias). A superioridade desta fonte fosfatada sobre as demais, pode ser atribuída ao fato do P encontrar-se numa forma prontamente assimilável pelas plantas, o que não ocorre com as demais fontes. Os autores observaram interação dos isolados e fontes de P ao aplicarem SFT.

Tomazeli, (2022) avaliando microrganismos solubilizadores de fosfatos e fontes de fósforo na cultura da aveia-branca cultivada em um latossolo vermelho, concluiu que a bactéria *Azospirillum* associado ao FNR proporcionou resultados favoráveis na cultura da aveia branca em relação a diâmetro de colmo, altura de planta e ao teor de fósforo na parte aérea da planta. A inoculação com *Azospirillum* permitiu maior teor de P quando utilizado o FNR, seguido pelo uso de farinha de osso.

De forma similar, López et al., (2014) ao avaliarem estirpes de bactérias promotoras de crescimento vegetal em alface, observaram capacidade intrínseca de solubilizar fosfato de fontes de fósforo de baixa solubilidade, como rocha fosfática. Os tratamentos inoculados apresentaram aumento de 154 % em relação ao controle absoluto na percentagem de fósforo foliar. No entanto, é importante notar que a

rocha fosfatada é de solubilização muito baixa, o que resulta em uma liberação mais lenta e isso pode inferir um efeito residual para a alface.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido a cultura da alface ser de ciclo curto e os produtos MAP, super fosfato simples e super fosfato triplo encontrados no mercado apresentarem solubilidade variada e por isso sugere-se aplicar fontes de P de liberação rápida para disponibilizar o P a cultura.

A cultura da alface responde diferentemente às fontes de P, no que diz respeito aos parâmetros fitotécnicos nos trabalhos avaliados.

Com os avanços da biotecnologia os microrganismos solubilizadores de fosfatos podem aumentar a disponibilidade de fósforo no solo para as plantas de alface, mesmo aplicando fontes de baixa solubilidade.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, L.; SILVA FILHO, G. N. Produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) em presença de diferentes fontes fosfatadas e microrganismos solubilizadores de fosfatos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 557-562, 2009.
- BERNARDI, A. C. C.; et al. Produção, aparência e teores de nitrogênio, fósforo e potássio em alface cultivada em substrato com zeólita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.920-924, 2005.
- BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; GELLER, A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 64, n.1, p.083-089, 2017.
- CANTARELLA, H., et al. Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: A review. **Journal of advanced research**, v. 13, p. 19-27, 2018.
- CORREIA, J. C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.12, p.1231-1237, dez. 2004.
- EXAME. **Mercado de alface cresce continuamente no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/dino/mercado-de-alface-cresce-continuamente-no-brasilhtml/>. Acesso em: 18 ago. 2022.
- FAO - Food and Agriculture Organization. **FAOSTAT: Crops**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 10 nov. 2022.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras/Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 2001. 182 p.
- FERREIRA, L. L.; et al. Research Article Yield components of lettuce cultivars submitted to different phosphate sources. **Genetics And Molecular Research**, v. 19, n. 2, p. 1-10, 2020.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013.
- FRANCHINI, J. C.; et al. Rapid transformations of plant water soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. **Plant and Soil**, v. 231, p.55-63, 2001.
- GIACOMINI, S. J.; et al. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1097-1104, 2003.
- GITTI, D. C.; ROSCOE, R. **Manejo e fertilidade do solo para a cultura da soja**. Fundação MS, Tecnologia e Produção: Soja 2016/2017, 2017. Disponível em: <https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments>

/267/267/5ae094693ac7eb62b18892214e39e87c4db50d63f6523_capitulo-01-manejo-e-fertilidade-do-solo-para-a-cultura-da-soja-somente-leitura-.pdf. Acesso em: 18 set. 2022.

GONÇALVES, J. L. M.; et al. Cinética de transformação de fósforo-lábil em não-lábil, em solos de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p.13-24, 1989.

HARGER, N., et al. Avaliação de fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho **Semina: Ciências Agrárias**. Universidade Estadual de Londrina, Brasil vol. 28, p. 39-44, 2007.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. Tipos de alface cultivados no Brasil. **Comunicado Técnico 75**. Embrapa Hortaliças, Brasília. p. 1-7, 2009.

HOROWITZ, N.; MEURER, E.J. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais. In: YAMADA, T. & ABDALLA, S.R.S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LANA, R. M. Q.; et al. Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 525-528, set. 2004.

LÓPEZ, D. B. S.; et al. Efecto de rizobacterias promotoras de crescimento vegetal solubilizadoras de fosfato en *Lactuca sativa* cultivar White Boston. **Revista Colombiana de Biotecnología**, v. 16, n. 2, p. 122-128, 1 dez. 2014.

MANTOVANI, J. R.; et al. Teores de fósforo no solo e produção de alface crespa em função de adubação fosfatada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2369-2379, 2014.

MÓGOR, A. F.; CÂMARA, F.. Teores de fósforo, potássio e produção de alface orgânica em diferentes coberturas do solo. **Bioscience Journal**, vol. 25, n. 3, p. 112-118, 2009.

MOREIRA, Marialva Alvarenga; FONTES, Paulo Cezar Rezende; CAMARGOS, Maria Isabel de. Interação zinco e fósforo em solução nutritiva influenciando o crescimento e a produtividade da alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 6, p. 903-909, 2001.

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.

NOVAIS, R. F.; et al. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999.

OLIVEIRA, A. P.; ARAÚJO, L. R.; MENDES, J. E. M. F.; DANTAS JÚNIOR, O. R.; SILVA, M. S. Resposta do coentro à adubação fosfatada em solo com baixo nível de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 87-89, 2004.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

RHEINHEIMER, D.S.; ANGHINONI, I. & CONTE, E. Fósforo da biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 24, p. 589-597, 2000.

SALA, F. C. & COSTA, C. P. da. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.

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

SILVA FILHO, G. N.; VIDOR, C. Solubilização de fosfatos por microrganismos na presença de fontes de carbono. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 311- 319, 2000.

SILVA, N.R.; CAMARGO, A.P.F.; WANGEN, D. R. B. Produção orgânica de alface adubada com diferentes tipos de compostos orgânicos. **Enciclopédia Biosfera/ Centro Científico Conhecer**, v.9, n.17, 2013.

SILVA, Alexsandra Sousa Nascimento da. **Doses de fósforo e potássio na produção de alface**. 50 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal/SP, 2013.

SILVA, F. N.; et al. Crescimento e produção de grãos da soja sob diferentes doses e fontes de fósforo em solos distintos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1220-1227, 2009.

SILVA, P. N. L. **Adubação fosfatada em hortaliças: fontes, doses e efeito residual em cultivos sucessivos**. 121 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

SILVEIRA, F.C.G. **Desempenho de genótipos de alface-crespa em diferentes ambientes de cultivos, no município de Igarapava-SP**. 34 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal: UNESP, 2016.

SOUSA, D. M. G. de; et al. Manejo do fósforo na região do Cerrado. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. da (Ed.). **Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no Cerrado**. Goiânia: UFG, 2016. p. 291-358.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 283-315.

TAIZ, L.; et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora,

2017.

TOMAZELI, L. M. **Microrganismos solubilizadores de fosfatos e fontes de fósforo na cultura da aveia-branca cultivada em um latossolo vermelho**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Erechim, RS, 2022.

TRANI, P. E.; BREDA JR., J. M.; FACTOR, T.L. Calagem e adubação da cebola (*Allium cepa* L.). **Instituto Agrônomo de Campinas**, p. 2-35, 2014

USDA - US Department of Agriculture. **Vegetables Annual Summary**, 2020. Disponível em: https://www.nass.usda.gov/Publications/Todays_Reports/reports/vegean20.pdf. Acesso em: 09 mar. 2022.

VIEIRA, J. V.; et al. BRS Planalto: Cultivar de cenoura de polinização aberta para cultivo de verão. **Horticultura Brasileira**, v. 30, 359-363, 2012.

VILLAS BÔAS RL; et al. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 28-34, 2004.

VINHA, A. P. C.; et al. Adsorção de fósforo em solos de regiões tropicais. **Nativa**, v. 9, n. 1, p. 30-35, 10 fev. 2021.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de Pesquisa**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2013.

YURI, J. E.; et al. **Nutrição e adubação da cultura da alface**. Jaboticabal: FCAV/CAPES, p. 559-577, 2016.