

DINAMAR MARCIA DA SILVA VIEIRA RODRIGUES TORRES

RESIDUAL DE NUTRIENTES NO SOLO COM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL
APÓS CULTIVO DE HORTALIÇAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2019

DINAMAR MARCIA DA SILVA VIEIRA RODRIGUES TORRES

RESIDUAL DE NUTRIENTES NO SOLO COM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL
APÓS CULTIVO DE HORTALIÇAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, na área de concentração em Solos, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADO em 25 de fevereiro de 2019.

Profª. Drª. Adriane de Andrade Silva

UFU

Profª. Drª. Regina Maria Quintão Lana

UFU

Prof. Dr. Antônio Carlos Barreto

IFTM

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

UFU

(Orientador)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

T693r
2019

Torres, Dinamar Marcia da Silva Vieira Rodrigues, 1975
Residual de nutrientes no solo com fertilizante organomineral após
cultivo de hortaliças [recurso eletrônico] / Dinamar Marcia da Silva
Vieira Rodrigues Torres. - 2019.

Orientador: Reginaldo de Camargo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.1328>
Inclui bibliografia.

1. Agronomia. 2. Hortaliças - Adubação. 3. Solos - Fertilidade. 4.
Máteria orgânica. I. Camargo, Reginaldo de, 1972, (Orient.) II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus na figura de Cristo, por me ensinar que a vida em si é um aprendizado, que podemos aprender até com aqueles que nos perseguem e nas situações mais críticas.

A minha família pelo apoio incondicional que me proporcionou concluir esta caminhada.

A meu orientador, Dr. Reginaldo Camargo, que trilhou este caminho junto comigo, me orientando, aconselhando e ensinando.

À equipe de trabalho do Grupo de pesquisa em Manejo e conservação de água e solo no cerrado, credenciado junto ao CNPq e com os membros atuantes no Instituto Federal do Triângulo Mineiro Campus Uberaba, principalmente pelo Coordenador do grupo, Professor José Luiz Rodrigues Torres e alguns de seus membros, os colegas André Luis Benaventana Leal Junior, Érica Reis Carvalho, Ricardo de Oliveira Parolini e Fábio Janoni Carvalho.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Solos (LABAS) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pelo auxílio nas análises de solos.

A todos colegas e professores da Universidade Federal de Uberlândia que fizeram parte de minha formação.

À Universidade Federal de Uberlândia, ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA) do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), com toda a infraestrutura que me permitiu alcançar a conclusão do curso de Mestrado em Agronomia.

Por fim, meu agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro à pesquisa através da concessão da bolsa de pós-graduação.

A TODOS, MUITO OBRIGADA!

RESUMO

TORRES, DINAMAR MARCIA DA SILVA VIEIRA RODRIGUES. **Residual de nutrientes no solo com fertilizante organomineral após cultivo de hortaliças.** 2019. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia¹.

A utilização do fertilizante organomineral no cultivo de hortaliças garante maior uniformidade nas concentrações e disponibilidade de nutrientes com perda reduzida, pois ocorre a liberação lenta de nutrientes, que garante o suprimento das necessidades da planta durante todo o ciclo. O objetivo deste estudo foi avaliar o teor residual da aplicação de diferentes níveis de adubação com fosforo via fertilizante organomineral em dois solos e relacionar com o desenvolvimento das culturas do repolho e da alface. Foram instalados dois ensaios consecutivos em vasos, em diferentes solos, com delineamento blocos casualizados, sendo aplicadas 5 doses de organomineral como fonte de P no Latossolo Vermelho distrófico (LVd): T1 = 0,0; T2 = 50% (400 mg dm⁻³ de P₂O₅); T3 = 100% (800 mg dm⁻³ de P₂O₅); T4 = 200% (1600 mg dm⁻³ de P₂O₅) e T5 = 300% (2400 mg dm⁻³ de P₂O₅), mais um tratamento adicional (100% Mineral). No Gleissolo melânico (GM): T1 = 0,0; T2 = 50% (100 mg dm⁻³ de P₂O₅); T3 = 100% (200 mg dm⁻³ de P₂O₅); T4 = 200% (400 mg dm⁻³ de P₂O₅) e T5 = 300% (600 mg dm⁻³ de P₂O₅), mais um tratamento adicional (100% Mineral). Avaliou-se a produção de massa fresca (MF) e seca (MS), o estado nutricional do repolho e da alface através da análise foliar e o efeito residual de nutrientes no solo após cultivos sucessivos. Aplicou-se o teste F para significância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p<0,05$). O teste de Dunnett ($p<0,05$) para comparar a média dos tratamentos com o adicional. O teor residual do fertilizante organomineral foi maior ($p<0,05$), quanto maiores foram as doses utilizadas no LVd nos dois ciclos avaliados, enquanto que no GM o mesmo aconteceu somente no primeiro ciclo (repolho). Independentemente do tipo de solo utilizado é fundamental que seja feito a adubação fosfatada para que se obtenha valores significativamente superior de produção de MF e MS nas hortaliças cultivadas. A utilização da dose de 50% de fertilizante organomineral no repolho em ambos os solos proporcionou uma produção de MF e MS no mínimo 11% superior, quando comparado à adubação mineral. Na alface, os maiores valores de produção ocorreram na adubação 100% mineral no LVd, enquanto que no GM ocorreu na dose de

¹Orientador: Reginaldo Camargo – UFU

200% de fertilizante organomineral. O valor de pH foi significativamente menor nos solos adubados com fertilizante organomineral, quando comparado ao que recebeu adubação mineral. Os teores de P e K foram significativamente maiores na dose de 300% de fertilizante organomineral e 100% de mineral (testemunha), em ambos os solos avaliados.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *capitata*, *Lactuca sativa* L. Matéria orgânica. Mineralização. Fertilidade do solo.

ABSTRACT

TORRES, DINAMAR MARCIA DA SILVA VIEIRA RODRIGUES. **Residual of nutrients in soil with organomineral fertilizer after the cultivation of vegetables.** 2019. 41 f. Dissertation (Master in Agronomy/ Produção Vegetal) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia².

The use of organomineral fertilizer in the cultivation of vegetables improves the uniformity in concentration and availability of plant nutrients and with little losses. This slow release of nutrients ensures good supply to the plant during its whole cycle. The objective of this study was to evaluate the residual content of the application of different levels of fertilizers including phosphorus (P) via organomineral fertilizer in two soils and relate the results to the development of cabbage and lettuce crop. Two consecutive trials in pots, in different soils, with a randomized blocks design were installed. Five doses of organomineral as P source were applied in a dystrophic Red Latosol (LVd): T1 = 0; T2 = 50% (400 mg dm⁻³ of P₂O₅); T3 = 100% (800 mg dm⁻³ of P₂O₅); T4 = 200% (1600 mg dm⁻³ of P₂O₅) and T5 = 300% (2400 mg dm⁻³ of P₂O₅), plus an additional treatment (100% mineral). In the Melanic Gleysol (GM), T1 = 0; T2 = 50% (100 mg dm⁻³ of P₂O₅); T3 = 100% (200 mg dm⁻³ of P₂O₅); T4 = 200% (400 mg dm⁻³ of P₂O₅) and T5 = 300% (600 mg dm⁻³ of P₂O₅), plus an additional treatment (100% mineral) were applied. The production of fresh mass (FM) and dry matter (DM), the nutritional status of cabbage and lettuce by foliar analysis and the residual effect of nutrients in the soil after successive cultivations were evaluated. The F test for treatment significance was applied, and the averages were compared by the Tukey's test ($p < 0.05$), and by Dunnet's test ($p < 0.05$) to compare the additional treatment to the other treatments. The residual level of the organomineral fertilizer was superior ($p < 0.05$), as were the doses used in the LVd soil in both cycles evaluated; in GM soil, the same happened only in the first cycle (cabbage). Regardless of the type of soil the fertilization was essential to obtain significantly great FM and DM in vegetable crop production. The use of 50% of organomineral fertilizer dose in cabbage in both soils provided a production of FM and DM about 11% higher, when compared to the mineral fertilization. In lettuce, the greatest production occurred in the 100% mineral fertilization in the LVd, soil, while in the GM soil the greatest production occurred at

²Advisor: Reginaldo Camargo – UFU

200% dose of organomineral fertilizer. The soil pH was significantly lower in soils with organomineral fertilizer, when compared to the soil that received only the mineral fertilization. The levels of P and K were significantly greater at a dose of 300% of organomineral fertilizer and 100% mineral fertilization (additional treatment), in both soils evaluated.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *capitata*. *Lactuca sativa* L. Soil organic matter. Mineralization. Soil fertility.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Fertilizante organomineral e mineral disponibilizado ao redor das mudas, de forma equidistante no Latossolo Vermelho distrófico e Gleissolo melânico.....24
- FIGURA 2** - Mudas produzidas em casa de vegetação em bandejas de isopor de 128 células contendo o substrato comercial Bioplant, em Uberaba-MG.....24
- FIGURA 3** - Plantio das mudas de repolho no centro de cada vaso, em local com os sulcos onde seriam colocados os fertilizantes, no Latossolo Vermelho distrófico e Gleissolo melânico.....25
- FIGURA 4** - Repolho colhido aos 80 e alface aos 45 dias após o transplantio das mudas.....25
- FIGURA 5** - Produção de massa fresca (MF) e seca (MS) sob diferentes doses de adubo organomineral no Latossolo vermelho distrófico (LVd) no repolho (—●—) (A) e na alface (—○—) (B), no Gleissolo melânico (GM) no repolho (C) e na alface (D). ** e * = Significativo (Tukey 5 e 1% de probabilidade); ^{ns} = Não significativo*.....32
- FIGURA 6** - Curvas de regressão, onde A = Teor de nitrogênio (N), B = Fósforo (P) e C = Potássio (K) presentes na matéria seca (MS) do repolho (—●—) e da alface (—○—) cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral no Latossolo vermelho distrófico (LVd). ** e * = Significativo (Tukey 5 e 1% de probabilidade); ^{ns} = Não significativo*.....35
- FIGURA 7** - Curvas de regressão, onde A = Teor de nitrogênio (N), B = Fósforo (P) e C = Potássio (K) presentes nos resíduos do repolho (—●—) e da alface (—○—) cultivados sob diferentes doses de fertilizante organomineral no Gleissolo melânico. ** e * = Significativo (Tukey 5 e 1% de probabilidade); ^{ns} = Não significativo*.....38
- FIGURA 8** - Curvas de regressão, onde A = Valor do potencial hidrogeniônico (pH), B = Fósforo (P) e C = Potássio (K) no Latossolo Vermelho distrófico (LVd) em seu estágio inicial e após a colheita do repolho (—●—) e da alface (—○—), cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral. ** e * = Significativo (Tukey 5 e 1% de probabilidade); ^{ns} = Não significativo*.....42
- FIGURA 9** - Curvas de regressão, onde A = Valor do potencial hidrogeniônico (pH), B = Fósforo (P) e C = Potássio (K) no Gleissolo melânico (GM) em seu estágio inicial após correção de acidez (Inicial) e após a colheita do repolho (—●—) e

da alface (---◇---), cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral. **
e * = Significativo (Tukey 5 e 1% de probabilidade); ^{ns} = Não significativo*.44

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Produção de massa fresca (MF) e seca (MS) do repolho e alface cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral no Latossolo vermelho distrófico (LVd) e Gleissolo melânico (GM).....	29
TABELA 2 - Determinação do índice de eficiência agronômica (IEA) das fontes de fertilizante utilizadas na produção de massa fresca (MF) e seca (MS) do repolho e alface cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral no Latossolo vermelho distrófico (LVd) e Gleissolo melânico (GM).....	31
TABELA 3 - Teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) presentes no repolho e da alface cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral no Latossolo vermelho distrófico (LVd), em Uberaba, MG.....	33
TABELA 4 - Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) presentes no repolho e da alface cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral no Gleissolo melânico, em Uberaba, MG	36
TABELA 5 - Valor do potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P) e potássio (K) no Latossolo Vermelho distrófico (LVd) antes do plantio (Inicial) e logo após a colheita do repolho e da alface, cultivados sob diferentes doses de fertilizante organomineral.....	39
TABELA 6 - Valor do potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P) e potássio (K) no Gleissolo melânico antes do plantio (Inicial) e logo após a colheita do repolho e da alface, cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Fosforo no solo: importância, mobilidade e adsorção	11
2.2 Matéria orgânica do solo	12
2.3 Fertilizantes organominerais.....	14
2.4 As hortaliças	17
2.5 Teor residual dos organominerais	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Caracterização da área experimental	22
3.2 Tipo de solo utilizado	22
3.3 Delineamento experimental e condução do experimento em vaso.....	22
3.4 Produção e transplantio das mudas.....	24
3.5 Irrigação.....	25
3.6 Colheita.....	25
3.7 Avaliações	26
3.7.1 Massa verde e seca	26
3.7.2 <i>Índice de Eficiência Agronômica</i>	26
3.7.3 Estado nutricional da planta	26
3.7.4 Efeito residual no solo.....	26
3.8 Análise estatística	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Massa verde e seca do repolho e alface.....	28
4.2 Estado nutricional da planta	33
4.3 Efeito residual no solo	38
5 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças em diversas regiões no Brasil se faz de maneira insustentável, pelas mais diversas razões. Dentre elas pode-se destacar o preparo convencional do solo, formação de canteiros, a utilização abusiva de pesticidas, aplicação de adubação mineral em larga escala no plantio e cultivos sucessivos, destruição dos atributos físicos e diminuição dos teores da matéria orgânica do solo, problemas com erosão nas regiões expostas a níveis elevados de precipitação ou ventos e contaminação dos mananciais hídricos.

Entretanto, tecnologias vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de minimizar os problemas listados. Dentre elas pode-se destacar a introdução de sistemas de produção mais conservacionistas como o cultivo mínimo ou plantio direto, uso de cultivares resistentes a pragas e doenças, utilização de resíduos produzidos pela atividade agropecuária e agroindustrial como fonte de nutrientes e matéria orgânica, adubação da cultura com fertilizantes organominerais para o fornecimento de nutrientes e matéria orgânica em um mesmo granulo, dentre outras.

Uma das formas de utilização dos resíduos produzidos pela atividade agropecuária é na fabricação dos fertilizantes orgânicos ou dos organominerais, que podem melhorar a qualidade do solo. Além disso, podem reduzir a dependência dos fertilizantes importados, como ocorre com o fosforo e, viabilizar a sustentabilidade da produção, principalmente das hortaliças.

O fertilizante organomineral utilizado no cultivo de algumas hortaliças consiste em um produto que é fruto do enriquecimento de adubos orgânicos com fertilizantes minerais, que é mais eficiente que a aplicação exclusiva de qualquer dos dois tipos de material isoladamente, que vem sendo considerado como uma das alternativas para propiciar maior rendimento das culturas e melhorar a qualidade da produção, pois diminui a taxa de mineralização, fixação e lixiviação dos nutrientes.

O efeito positivo do fertilizante organomineral está diretamente ligado à sua composição, pois estes produtos possuem em suas formulações componentes fúlvicos e húmicos presentes nas frações orgânicas, que de forma geral têm a função de otimizar a absorção dos nutrientes contidos nos mesmos, além de estimular a flora microbiana em volta do sistema radicular, facilitar a retenção e liberação dos nutrientes, retenção de água, aeração, agregação, além de proporcionar efeitos residuais de nutrientes no solo (IYAMUREMYE; DICK, 1996).

Além disso, esta adição de matéria orgânica (MO) via fertilizante organomineral ameniza a sorção do P no solo, pois esta MO irá atuar no bloqueio dos sítios de adsorção do fosfato, protegendo o P do contato direto com os coloides do solo.

São muitos os compostos orgânicos de origem urbana, industrial e agrícola que podem ser usados na agricultura, dentre estes, um dos que vem sendo mais utilizados para compor o fertilizante organomineral as tortas de filtro, pois é um resíduo produzido em elevadas quantidades nas agroindústrias de açúcar e álcool, que apresentam de 1,2 a 1,8 % de P, alto teor de cálcio (Ca) e alguns micronutrientes (ROSSETTO; SANTIAGO, 2016).

Quando comparados aos fertilizantes minerais, os organominerais apresentam um potencial químico menos reativo no solo, com isso pode aumentar o efeito residual da fertilização fosfatada utilizada, apresentando maior eficiência agronômica porque sua solubilização gradual permite a liberação de nutrientes durante o desenvolvimento da cultura. Esta liberação gradual de nutrientes ocorre à medida que a parte orgânica existente nos organominerais são decompostos com isso evita que os nutrientes presentes em sua constituição sejam lixiviados, proporcionando elevado poder residual. Entretanto, este efeito residual deixado no solo ainda precisa ser quantificado e melhor avaliado.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o teor residual da aplicação de diferentes níveis de fósforo via fertilizante organomineral em dois solos e relacionar com o desenvolvimento do repolho e da alface.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fósforo no solo: importância, mobilidade e adsorção

No cerrado brasileiro predominam os Latossolos, que são altamente intemperizados, apresentam óxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) e argilas do grupo da caulinita como principais constituintes da fração argila, tem alta adsorção de fosfatos devido à presença de cargas positivas na superfície desses óxidos, que nas condições de reação ácida a moderadamente ácida apresentam-se preferencialmente com cargas positivas, sendo capazes de reter em sua superfície vários tipos de ânions com predomínio de íons fosfatos (VALLADARES; PEREIRA; ANJOS, 2003).

O fósforo (P) é um dos macronutrientes menos exigidos pelas plantas, entretanto, é aquele que tem limitado a produção agrícola nas condições brasileiras com mais frequência. Em geral, o teor total deste elemento no solo varia entre 200 a 3000 mg kg⁻¹, sendo que menos de 0,1 % desse total (0,002 a 2,0 mg L⁻¹) encontra-se na solução do solo (NOVAIS; SMYTH, 1999). Esta baixa disponibilidade de P nos solos tropicais é decorrente dos seus baixos teores, da baixa solubilidade dos compostos de P normalmente encontrados nos solos e da sua imobilização devido as fortes interações que apresentam com os constituintes destes solos, sendo estas interações conhecidas como sorção, adsorção ou fixação de fósforo (ROLIM NETO et al., 2004).

Segundo Bastos et al. (2008), nos solos tropicais a disponibilidade do fósforo aplicado via fertilizante tem sido limitada em razão da grande quantidade de óxidos de Fe e Al, pois é um elemento que tem a difusão como principal mecanismo de movimentação no solo, entretanto o transporte é baixo devido a forte interação do P com os colóides do solo. Hinsinger (2001) destaca que este movimento lento ocorre principalmente em função da sua elevada reatividade e por estar frequentemente com teor inferior ao adequado para diversas culturas com isso pode apresentar indisponibilidade à planta.

A sorção de P, que inclui tanto adsorção na superfície de minerais quanto sua precipitação como fosfatos de baixa solubilidade, é comum em solos ácidos, relativamente ricos em óxidos de Fe e de Al, como é o caso geral dos Latossolos. A magnitude deste fenômeno depende da natureza e da quantidade de sítios disponíveis na superfície dos minerais, sendo por isso afetado pelo maior ou menor teor de argila do solo, ou seja, a adsorção de P é maior nos solos argilosos, quando comparado aos mais arenosos (MOTTA et al., 2002).

Vários são os atributos do solo que podem influenciar a adsorção de fósforo, sendo os principais relatados são o tipo e teor de argila, de coloides amorfos e da matéria orgânica (MO), que pode desempenhar um papel ambivalente, uma vez que ela tanto pode aumentar esta adsorção através das pontes de cátions com o Al, Fe e Ca, como também pode diminuir a capacidade do solo em adsorver P, bloqueando os sítios de adsorção que ocorrem nas superfícies das argilas e dos óxidos de Fe e Al (BASTOS et al., 2010; CHAVES et al., 2009).

Nesta matéria orgânica, o P se distribui nas frações orgânicas e inorgânicas, sendo que essa diferenciação é decorrente dos sistemas de manejo e processos de formação do próprio solo, considerando os minerais de origem, contudo, os teores de P orgânico variam de 15 a 80% no solo e se concentram nos horizontes ricos em MO (SILVA; MENDONÇA, 2007).

Segundo Dick et al. (2009), os teores de MO do solo alteram a disponibilidade de nutrientes de outras fontes, tanto pela sua influência nas reações de troca, adsorção, sorção e solubilização, pois serve como fonte direta de N, P, enxofre (S) e alguns metais, por meio do processo de mineralização e por ser fonte de energia para microrganismos.

Em solos do cerrado pobres em matéria orgânica, para se obter elevadas produtividades de hortaliças, a deficiência de P do solo deve ser corrigida, que pode ser feita através de fosfatagem corretiva ou aplicação de fertilizante mineral no plantio, complementado com adubação orgânica com resíduos gerados pela atividade agropecuária e agroindustrial (ALMEIDA et al., 2016).

No cultivo de hortaliças, a fixação de P é agravada pela modalidade de aplicação dos fertilizantes fosfatados, comumente em área total e seguida por incorporação no solo em profundidades variando entre 0,15 a 0,20 m, pois esta forma de aplicação aumenta o contato entre o nutriente e o solo, aumentando a fixação e diminuindo a eficiência da adubação fosfatada (BULL et al., 2004; SOUSA et al., 2010).

Entretanto, estes resíduos podem ser aplicados de forma isolada através de adubos orgânicos ou dos fertilizantes organominerais, que são produtos resultantes da mistura física ou associação de fertilizantes minerais e orgânicos de diversas origens em um mesmo composto (MAGELA, 2017).

2.2 Matéria orgânica do solo

Nos solos tropicais e subtropicais altamente intemperizados predominam os Latossolos Vermelho de texturas variadas, que apresentam baixos teores de matéria orgânica,

pois nestes locais a taxa de decomposição dos resíduos vegetais é mais acelerada quando comparadas às regiões de clima temperado (LAL; LOGAN, 1995).

Em ambiente de cerrado, a quantidade expressiva da fração argila na composição mineral do solo e o tipo de mineral constituinte desta fração, com predomínio de minerais como os óxidos de ferro e alumínio, propiciam correlações significativas com a capacidade máxima de adsorção de fósforo, principalmente óxidos de ferro (CURI et al., 1988). Com isso, a MOS desempenha um papel ambivalente, já que tanto pode adsorver o fósforo, como também bloquear os sítios de adsorção que ocorrem nas superfícies das argilas e óxidos de ferro e alumínio (IBIA; UDO, 1993).

Esta matéria orgânica que é mineralizada mais rapidamente exerce um papel fundamental na disponibilização de nutrientes no solo, pois aumenta a capacidade de troca de cátions, a atividade microbiana do solo, neutraliza íons tóxicos do solo, minimizam os efeitos da lixiviação de nutrientes e da erosão, melhora a disponibilidade e a absorção de nutrientes, a retenção de umidade, a agregação, a porosidade, além de reduzir a dependência externa de insumos e os custos com fertilizantes minerais (MARCHI et al., 2008).

A matéria orgânica do solo (MOS) influencia no crescimento das plantas através do seu efeito nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (STEVENSON, 1994), sua capacidade de complexar metais, pode reduzir a toxicidade de íons como o alumínio (SCHNITZER, 1991). Nos solos tropicais, que apresentam predomínio de coloides de baixa capacidade de troca catiônica (CTC), a MOS possui grande importância na adsorção de cátions, além do fornecimento de nutrientes tais como o nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S) entre outros.

Alguns estudos apontam a MOS como a causadora da redução da sorção de P no solo, devido ao caráter aniónico dos produtos provenientes da sua decomposição, principalmente os ácidos húmicos e fúlvicos, pois esses compostos podem competir com os sítios de adsorção de P (IYAMUREMYE; DICK, 1996).

Em seus estudos, Guppy et al. (2005a) observaram que a adição de lixiviado da decomposição de resíduos vegetais em quatro tipos de solos não reduziu a sorção de fósforo. Sugeriram que as reduções relatadas na sorção de P devido à adição de compostos orgânicos podem ser explicadas pela quantidade de P contida nos resíduos e pela taxa de sua liberação no solo, ou pelo fato de que muitos estudos usaram concentrações de ácidos orgânicos de dois a três ordens de magnitude maiores do que as observadas na solução do solo (GUPPY et al., 2005b).

Conhecer a dinâmica de mineralização dos nutrientes destes resíduos orgânicos para aperfeiçoar a sincronização da disponibilidade no solo com a demanda exigida pela cultura tornou-se uma prioridade para evitar que ocorra a imobilização ou a rápida mineralização de nutrientes durante os períodos de alta ou de baixa demanda (PEIXOTO FILHO et al., 2013).

A adição de materiais orgânicos altera a qualidade do solo, pois é um processo caracterizado pela liberação gradativa de nutrientes, que reduz a lixiviação, fixação e a volatilização (ZECH et al., 1997). Por outro lado, esta adição apresenta algumas limitações, visto que a incorporação dos fertilizantes orgânicos ao solo deve ser realizada pelo menos 30 a 40 dias antes do plantio, tempo necessário para que ocorra a compostagem ou a decomposição, para evitar a queima das sementes ou mudas, que ocorre principalmente no cultivo de hortaliças (TRANI, 2014).

Entretanto, Giacomini et al. (2003) destacam que um fator a ser considerado na utilização dos resíduos orgânicos na agricultura, consiste no entendimento da dinâmica de mineralização dos nutrientes, que depende da temperatura, umidade, textura e mineralogia do solo, além da composição química do material orgânico utilizado.

Para manter ou incrementar o teor de matéria orgânica do solo, várias possibilidades podem ser elencadas, dentre elas pode-se destacar a introdução de plantas de cobertura, com elevada produção de biomassa, pois após serem manejadas depositam seus resíduos vegetais sobre a superfície do solo e aportam quantidades consideráveis de matéria orgânica através dos remanescentes do sistema radicular das plantas na subsuperfície (FONTANETTI et al., 2006; TORRES et al., 2015a; 2017; ASSIS; FREITAS; MASON, 2017).

Os resíduos culturais das próprias culturas comerciais que se sucederam na área (milho, soja, feijão, arroz, sorgo e outras) também aportam elevadas quantidades de material orgânico (TORRES; PEREIRA; FABIAN, 2008; PEREIRA et al., 2010; PACHECO et al., 2011; TORRES; PEREIRA, 2014), assim como a adição de cobertura morta (SOUZA et al. 2011; SANTOS et al., 2016), esterco bovino (ARAÚJO, GIL; TIRITAN, 2011; BORCHARDT et al., 2011), esterco de aves (MORAES, VIEIRA; ZÁRATE, 2007) e o uso de fertilizantes organominerais nas áreas cultivadas (COELHO, 2008; MAGELA, 2017).

2.3 Fertilizantes organominerais

Uma das formas que vem sendo utilizada para minimizar os baixos teores de matéria orgânica nos Latossolos é através da utilização de fertilizantes organominerais, porque sua

formulação permite a mistura física ou associação de fertilizantes minerais e orgânicos de diversas origens (SOUZA et al., 2012; MAGELA, 2017).

Esta mistura torna o fertilizante organomineral um produto mais completo, pois os adubos orgânicos apresentam baixas concentrações de macronutrientes, que ao ser complementado com adubação mineral, as plantas podem aproveitar melhor os nutrientes disponibilizados através do sincronismo de liberação ao longo do crescimento das plantas (BISSANI et al., 2008).

Um dos benefícios promovidos pela aplicação do fertilizante organomineral consiste na perda reduzida de nutrientes, que ocorre devido a capacidade de troca catiônica ser geralmente muito superior aos argilominerais, apresentando efeito quelatizante sobre os mesmos, desta forma ocorre uma liberação lenta de nutrientes, garantindo o suprimento das necessidades da planta durante todo o ciclo (BENITES et al., 2010; RODRIGUES et al., 2016).

Segundo Teixeira (2013), o fertilizante organomineral ao entrar em contato com o solo e sob efeito da biodegradação, libera nutrientes de forma contínua, reduzindo a possibilidade de perdas por lixiviação e mantendo a planta nutrida constantemente durante todo o período de crescimento.

Além disso, a adição da MO na mistura favorece a proliferação de microorganismos que solubilizam os fertilizantes minerais proporcionando maior efeito residual da fertilização fosfatada no solo, através da competição entre os ácidos orgânicos liberados e os íons fosfato para os sítios de adsorção no solo (FERNANDES et al., 2015, HIGASHIKAWA; MENEZES JÚNIOR et al., 2017). Luz et al. (2010) destacam que a adubação organomineral é mais eficiente que a aplicação exclusiva de adubo mineral ou orgânico.

A adição de matéria orgânica ao fertilizante mineral faz com que a aplicação do fertilizante organomineral garanta maior uniformidade nas concentrações e disponibilidade de nutrientes no produto final, pois aumenta a concentração do nutriente, minimizando as taxas de aplicação no campo (RODRIGUES, 2014).

No decorrer do tempo, Pauletti et al. (2003) salientam que ocorre o incremento gradual da fertilidade do solo, havendo a estabilização dos nutrientes e aumento da produtividade, visto que nos fertilizantes organominerais, quando há o ataque dos microrganismos do solo à matriz orgânica, ocorre a liberação gradual dos nutrientes.

Em virtude da presença de maior quantidade de ânions orgânicos nos grânulos destes fertilizantes, ocorre maior competição pelos sítios de adsorção de P, com isso aumenta a interação planta-mineral, que reduz a fixação do P e diminui a transformação do P₂O₅ em

formas indisponíveis para a planta (SOUSA et al., 2013), favorecendo a absorção do nutriente pela planta, além disso, a camada de MO dificulta a lixiviação do N e do K (BENITES et al., 2010). Estas interações são facilitadas, pois os nutrientes solúveis estão envoltos por uma matriz orgânica que protege o P do contato direto com o solo, evitando a perda por fixação (GEOCICLO, 2015).

Outras vantagens da utilização dos fertilizantes organominerais são destacadas na literatura. Frazão (2013) ressalta que o adubo organomineral promove maior eficiência agronômica, no aumento da produção de massa seca de parte aérea de plantas, na altura e perfilhamento de plantas, quando comparado com o adubo mineral, além de proteger o solo contra o desenvolvimento de erosão, reduzir a aplicação de calcário, causar menor acidez do solo e maior atividade microbiana, maior desenvolvimento do sistema radicular da planta, além de reduzir os altos custos com adubação mineral, pois permite o suprimento simultâneo de nutrientes minerais e matéria orgânica (TEJADA; BENITEZ; GONZALEZ, 2005).

Um dos compostos orgânicos que vem sendo utilizados de forma exponencial na agricultura é a torta de filtro, devido a elevada quantidade gerada nas agroindústrias. Segundo o IPEA (2012) a indústria sucroalcooleira gera cerca de 201 milhões de toneladas de resíduos industriais na forma de torta de filtro e bagaço de cana, que se não forem utilizados de forma adequada, podem gerar impactos negativos ao ambiente.

A torta de filtro apresenta de 1,2 a 1,8 % de P e cerca de 70 % de umidade, alto teor de cálcio (Ca) e consideráveis quantidades de micronutrientes (ROSSETTO; SANTIAGO, 2016). Segundo Innocente (2015), devido ao alto teor de matéria orgânica e a presença de nutrientes essenciais à nutrição das plantas, a torta de filtro tem sido utilizada parcialmente na substituição de adubos inorgânicos.

Entretanto, a composição química desta torta de filtro é variável em função da variedade e da maturação da cana, tipo de solo, processo de clarificação do caldo e outros, contudo, na fração mineral, o P é o elemento predominante (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2011). Apesar de seu pequeno requerimento pelos vegetais, o fósforo é um dos nutrientes aplicados em maiores quantidades nos solos brasileiros, devido à sua baixa disponibilidade natural e à afinidade com a fração mineral (KORNDÖRFER; MELO, 2009).

No solo, o P se distribui em suas frações orgânicas e inorgânicas, sendo que essa diferenciação é decorrente dos sistemas de manejo e processos de formação do próprio solo, considerando os minerais de origem. Neufeldt et al. (2000) observaram que sob condições naturais de forte deficiência de P, seja por falta ou força de adsorção, mais de 60% da porção

lábil do fósforo é oriunda do P orgânico, demonstrando sua contribuição à nutrição das plantas.

Avaliando o efeito de doses de torta de filtro e de fertilizante mineral sobre os atributos químicos do solo, Almeida Júnior et al. (2011) relataram que a torta de filtro melhorou a fertilidade do solo, já que aumentou os teores de macro e micronutrientes, gerou efeito corretivo da acidez do solo devido à redução dos teores de alumínio, diferente dos fertilizantes minerais que promovem a acidificação do solo.

Vários estudos têm sido conduzidos utilizando fertilizantes organominerais contendo torta de filtro na sua composição, que apresentaram resultados positivos na produção de grãos (NAKAYAMA; PINHEIRO; ZERBINI, 2013; OLIVEIRA et al., 2014; RODRIGUES et al., 2016), cana de açúcar (ALMEIDA JUNIOR et al., 2011; NARDIN, 2007;), cafeiro (FIDALSKI; CHAVES, 2010) e hortaliças (SANTI et al., 2013).

Apesar de já ter sido utilizado como alternativa de adubação em algumas hortaliças e ter proporcionado maior rendimento e qualidade na colheita (ALVES et al., 2005; LUZ et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010), ainda precisa ser melhor avaliado, pois as informações geradas sobre o efeito residual do adubo ainda são mínimos e inconsistentes (MORAIS; GATIBONI, 2015; SÁ et al., 2017).

2.4 As hortaliças

A maioria das hortaliças cultivadas necessita de grandes aportes de nutrientes em períodos de tempo relativamente curtos, necessidades estas que são atendidas através do uso de fertilizantes minerais, que podem ser complementados com o uso de estercos e compostos orgânicos. Contudo, esses efeitos são bastante variáveis, dependendo da espécie, do manejo dado à biomassa, da época de plantio, do tempo de permanência dos resíduos no solo, das condições locais e da interação entre esses fatores (ANDRADE et al., 2007).

Segundo Andrade et al. (2012) para manter uma boa produção de hortaliças, o ideal é aplicar uma adubação completa, que reúna adubos orgânicos e minerais, de maneira que ocorra substituição gradativa da utilização única do fertilizante mineral para obter melhor qualidade final do produto, sendo que os organominerais são os que melhor se enquadram nesta premissa, pois constituem na mistura de ambos os fertilizantes em um mesmo granulo.

Dentre estas hortaliças, o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) tem se destacado, já que pode ser cultivado em várias regiões do mundo, principalmente naquelas com temperaturas amenas (LALLA et al., 2010). No Brasil, essa hortaliça é muito cultivada nas

regiões Sul e Sudeste (CECÍLIO FILHO; SCHIAVON JÚNIOR; CORTEZ, 2012), são plantas que possuem alto valor nutritivo e comercial, são excelentes fontes de vitamina A, potássio, ferro, cálcio, fibras e fitoquímicos, ricas em ácido cítrico e ascórbico e sais de cálcio. Entretanto, apresentam elevada capacidade de extração de nutrientes do solo (SILVA et al., 2012), principalmente do nitrogênio (N), utilizando grande quantidade de fertilizantes no seu cultivo, o que aumenta o seu custo de produção (OLIVEIRA et al., 2005).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa de maior importância mundial e a mais consumida no país, na forma in natura em saladas. Os estados de São Paulo e Minas Gerais são os maiores produtores, sendo que a alface crespa detém a preferência de 70% do mercado brasileiro, seguida pela americana 15%, lisa 10% e 5% por outros tipos comerciais (COSTA; SALA, 2012). Este consumo é justificado devido à planta ser uma excelente fonte de fibras, vitaminas e sais minerais, ter baixo teor de calorias e fácil digestão, que pode ser produzida em todo o território brasileiro com baixo custo de produção e de fácil comercialização.

Além disso, a alface é uma planta que tem fácil adaptação às variadas condições ambientais, pode ser cultivada ao longo do ano, tem ciclo curto, contudo é exigente quanto à fertilidade do solo, que exige elevadas quantidades de fertilizantes minerais para suprir esta necessidade (QUEIROZ; CRUVINEL; FIGUEIREDO, 2017), principalmente de fósforo (P), que é um dos macronutrientes mais exigidos pela hortaliça.

Avaliando as características químicas das folhas de alface cultivada sob efeito residual de um solo adubado com composto orgânico, na presença ou ausência de adubo mineral, Souza et al. (2005) observaram que os teores de proteína bruta, P, K e de Mg nas folhas de alface aumentaram em função das doses de composto orgânico aplicado e que não houve interação entre as doses de composto orgânico e a presença do adubo mineral para as características avaliadas.

O repolho e a alface tem elevada capacidade de extração de nutrientes do solo e apresentam grande conversão em pouco tempo, que geralmente é fornecido em sua maior parte via fertilizantes minerais, entretanto, para fornecer nutrientes em quantidades adequadas e equilibradas para a cultura é necessário, entre outros fatores, conhecer as exigências nutricionais de cada variedade botânica (SILVA et al., 2012). Altieri e Nicholls (2003) destacam que as práticas agrícolas somadas ao uso intensivo de fertilizantes minerais em alta quantidade podem causar o desequilíbrio nutricional das plantas e influenciar a qualidade do produto final.

Avaliando a composição mineral de diversas hortaliças, Furlani et al. (1978) determinaram as concentrações de, N, P, K, Ca, Mg e S para o repolho que foram de 2,86, 0,41, 2,54, 0,58, 0,17 e 0,61 g kg⁻¹, enquanto que para a alface foi de 4,44, 0,47, 5,93, 1,28, 0,21 e 0,33 g kg⁻¹, respectivamente.

Segundo Faquin e Andrade (2004), a exportação de N, P, K, Ca, Mg e S pela alface fresca colhida para a uma produtividade de 25 Mg ha⁻¹ foi de 41,4, 5,6, 54,3, 12,3, 3,0 e 1,0 kg ha⁻¹, respectivamente. Silva (1999) destaca que as faixas de teores adequados de N, P, K, Ca, Mg e S para o repolho são de 35 a 50, 4 a 7, 30 a 50, 15 a 30, 4 a 7 e de 3 a 4 g kg⁻¹, enquanto que para a alface variam entre 35 a 50, 4 a 7, 50 a 80, 15 a 25, 4 a 6 e 1,5 a 2,5 g kg⁻¹, respectivamente.

Do ponto de vista da fertilidade do solo, o aporte de matéria orgânica na superfície do terreno e na subsuperfície através dos remanescentes de sistema radicular alteram a disponibilidade de nutrientes, pois essa prática possibilita o tamponamento do solo, com aumento no pH e nos teores de carbono orgânico, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), com isso afeta a produtividade das hortaliças cultivadas em sucessão (PERIN et al., 2015; RICCI et al., 1995; TORRES et al., 2015b; VARGAS et al., 2011).

Além da produtividade, esta adubação orgânica também produz plantas com características qualitativas melhores que aquelas cultivadas exclusivamente com adubos minerais com isso podem exercer influência sobre a qualidade nutricional da cultura (STORCK et al., 2013; TORRES et al., 2015a).

2.5 Teor residual dos organominerais

Um importante aspecto a ser considerado quando se estuda o efeito de fertilizantes sobre a fertilidade do solo, especialmente os adubos orgânicos, é o efeito residual da adubação anterior no desenvolvimento e produtividade das culturas, uma vez que o custo e a baixa disponibilidade de alguns adubos não permitem a fertilização anual dos solos (SANTOS et al., 2010).

Segundo Akande et al. (2010), a aplicação combinada do fertilizante mineral e o orgânico em um mesmo granulo, como ocorre nos organominerais, pode ser uma estratégia importante no manejo da fertilidade do solo em países de clima tropical, pois além de aumentar o rendimento das culturas, obtém-se um maior efeito residual em relação a cada fertilizante utilizado isoladamente.

Quando comparados aos fertilizantes minerais, os organominerais apresentam um potencial químico menos reativo no solo, com isso tendem apresentar maior eficiência agronômica porque sua solubilização gradual permite a liberação de nutrientes durante o desenvolvimento da cultura (KIEHL, 2008).

Enquanto alguns fertilizantes minerais recebem tratamento artificial para dificultar sua solubilização no solo, nos fertilizantes orgânicos isto acontece naturalmente, quando é feita a mistura destes fertilizantes dando origem aos organominerais, que proporcionam a liberação lenta dos nutrientes contidos na mistura, permitindo que seja feito somente uma aplicação no plantio em culturas de ciclo curto em uma só aplicação (SOUSA, 2014).

Dentre os benefícios proporcionados pelo uso de fertilizantes organominerais, um dos que têm sido mais destacados é o aumento da biodisponibilidade de P devido à competição pelos sítios de adsorção de P e nos ácidos orgânicos gerados na mineralização da matéria orgânica adicionada ao solo (FERNANDES et al., 2015). Os ânions orgânicos presentes nos organominerais competem pelos sítios de adsorção de P, reduzindo momentaneamente a fixação deste nutriente, favorecendo a absorção pelas plantas, além de favorecer o aumento da atividade microbiana no entorno da área onde foi aplicado o fertilizante (BENITES et al., 2010).

Segundo Kiehl (2008), a adição de matéria orgânica ao solo via organominerais pode aumentar o efeito residual da fertilização fosfatada através da liberação gradual do nutriente no solo, pois proporciona uma competição entre os ácidos orgânicos liberados e os íons fosfato para os sítios de adsorção no solo.

Analisando o efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface, Santos et al. (2001) observaram que a aplicação de fertilizante mineral não apresentou efeito residual, enquanto que no adubo orgânico ocorreu aumento linear dos teores de bases trocáveis de P e da capacidade efetiva de troca de cátions (CTC) do solo.

Avaliando a eficiência agronômica e de recuperação de P do fertilizante fosfatado organomineral granulado a partir de cama de frango, em quatro cultivos sucessivos de milho sem reposição do P absorvido pelas plantas para permitir as avaliações de efeito imediato e residual dos fertilizantes, Sá et al. (2017) observaram que no fertilizante organomineral ocorreu o maior efeito imediato e promoveu maior produção de massa seca no primeiro cultivo, entretanto, não proporcionou maior efeito residual da fertilização fosfatada nas colheitas subsequentes.

Analisando o efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal, Santos et al. (2010) observaram que houve efeito residual significativo

sobre a produtividade de biomassa do milho, absorção, maior acúmulo de nutrientes no solo, principalmente Ca e Mg.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi instalado na área experimental do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberaba, localizado entre as coordenadas 19°39'19"S, 47°57'27"W, a cerca de 800 m de altitude, no período de julho a dezembro de 2017, em vasos com volume de 6 dm³ de solo, em casa de vegetação.

3.2 Tipos de solos utilizados e clima

Foram utilizados dois solos coletados na camada até 0,20 m de profundidade como substratos nos vasos. O primeiro tipo classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico (LVd), de textura média (SANTOS et al., 2013), que apresentou as seguintes características químicas na camada de 0,0-0,20 m: 220, 720 e 60 g kg⁻¹ de argila, areia e silte, respectivamente, com pH (H₂O) 6,80; 8,50 mg dm⁻³ de P (meh-1); 28,00 mg dm⁻³ de K; 2,20 cmol_c dm⁻³ de Ca, 8,50 cmol_c dm⁻³ de Mg; 1,63 cmol_c dm⁻³ de H + Al; 1,15 dag kg⁻¹ de matéria orgânica, 0,65 dag kg⁻¹ de carbono orgânico.

O segundo solo foi classificado como GLEISSOLO MELÂNICO (GM), de textura média (SANTOS et al., 2013), que apresentou as seguintes características químicas na camada de 0,0-0,20 m: 122 g kg⁻¹ de argila, 615 g kg⁻¹ de areia, 263 g kg⁻¹ de silte, pH (H₂O) 6,40; 147,50 mg dm⁻³ de P (meh-1); 37,50 mg dm⁻³ de K; 4,78 cmol_c dm⁻³ de Ca, 3,65 cmol_c dm⁻³ de Mg; 5,08 cmol_c dm⁻³ de H + Al; 4,78 dag kg⁻¹ de matéria orgânica, 2,80 dag kg⁻¹ de carbono orgânico.

O clima da região é classificado como Aw, tropical quente, segundo a classificação de Koppen (1948), tendo verão quente e chuvoso e inverno frio e seco, onde ocorrem médias anuais de temperatura e umidade relativa do ar de 22,6 °C e 68 %, respectivamente (INMET, 2018).

3.3 Delineamento experimental e condução do experimento em vaso

Foram instalados dois ensaios consecutivos em vasos, nos dois diferentes solos, para avaliar o efeito residual dos tratamentos aplicados. No primeiro ensaio foi cultivado o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), onde foi aplicada a adubação recomendada para a cultura.

Na sequência e no mesmo solo, no segundo ensaio foi cultivada a alface (*Lactuca sativa L.*), sem qualquer forma de adubação complementar.

O delineamento experimental utilizado em ambos os ensaios e solos foi o de blocos casualizados, sendo utilizadas cinco doses de fertilizante organomineral como fonte de fósforo (P), mais um tratamento adicional com adubação 100% mineral, todos com quatro repetições.

No ensaio conduzido no LATOSOLO VERMELHO distrófico (LVd), foram utilizadas as doses: T1 = 0,0; T2 = 50% (400 mg dm⁻³ de P₂O₅); T3 = 100% (800 mg dm⁻³ de P₂O₅); T4 = 200% (1600 mg dm⁻³ de P₂O₅) e T5 = 300% (2400 mg dm⁻³ de P₂O₅), mais um tratamento adicional (100% Mineral), enquanto no GLEISSOLO MELÂNICO (GM) foram utilizadas as doses: T1 = 0,0; T2 = 50% (100 mg dm⁻³ de P₂O₅); T3 = 100% (200 mg dm⁻³ de P₂O₅); T4 = 200% (400 mg dm⁻³ de P₂O₅) e T5 = 300% (600 mg dm⁻³ de P₂O₅), mais um tratamento adicional (100% Mineral).

No tratamento adicional que foi adubado somente com fertilizante mineral, para o LVd foi utilizado a dose de 75, 200 e 120 mg dm⁻³ de N, P₂O₅ e K₂O (Figura 1), enquanto que para o GM foi utilizado a dose de 75, 50 e 75 mg dm⁻³ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente (Figura 2). Estas recomendações de adubação foram calculadas com base na análise do solo e na necessidade da cultura, de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

A formulação de fertilizante organomineral utilizada com base na torta de filtro foi de 5-17-10 (N – P – K) (0,1% de Boro + 3% Silício + 0,4% Zn e 8% carbono orgânico total (COT), produzido pela empresa Geociclo, localizada em Uberlândia-MG, onde fixou-se as doses de fósforo (P) e complementou-se a adubação para os outros nutrientes a fim de para que todos os tratamentos recebessem a mesma adubação.

O fertilizante organomineral e o mineral foram distribuídos de forma equidistante ao redor das mudas a 0,05 m de profundidade, logo a seguir foram cobertos por uma camada de solo do próprio vaso (Figura 1).

Antes de serem colocadas nos vasos, as terras foram peneiradas, tiveram seu pH corrigido com calcário dolomítico, que tinha 36,4% de óxido de cálcio, 44% de óxido de magnésio, 99,87% de poder de neutralização (PN) e poder relativo de neutralização total (PRNT) de 90,28% para elevar a saturação de base a 70%.

Após a aplicação do calcário, os solos (LVd e GM) foram incubados em sacos plásticos e deixados em repouso por 30 dias, com a umidade mantida na capacidade de campo durante o período, para que ocorresse a correção da acidez do solo. A seguir, o solo foi

colocado nos vasos de 6,0 dm³ e transportado à casa de vegetação, para ser adicionado à adubação organomineral definida nos tratamentos (doses avaliadas).

Figura 1 - Fertilizante organomineral e mineral disponibilizado ao redor das mudas, de forma equidistante no Latossolo Vermelho distrófico e Gleissolo melânico.



Fonte: A autora.

3.4 Produção e transplantio das mudas

As mudas de repolho e alface utilizadas no primeiro e no segundo cultivo foram produzidas em casa de vegetação coberta em bandejas de isopor de 128 células contendo o substrato comercial Bioplant (Figura 2).

Figura 2 - Mudas produzidas em casa de vegetação em bandejas de isopor de 128 células contendo o substrato comercial Bioplant em Uberaba-MG.



Fonte: A autora.

Quando apresentavam de 4 a 5 folhas definitivas completamente expandidas, as mudas de repolho foram transplantadas, sendo colocada uma muda no centro de cada vaso (Figura

3). Ao final do primeiro ensaio com repolho, as mudas de alface foram transplantadas nos mesmos vasos sem nova aplicação de corretivos ou fertilizantes.

Figura 3 - Plantio das mudas de repolho no centro de cada vaso em local com os sulcos onde seriam colocados os fertilizantes, no Latossolo Vermelho distrófico e Gleissolo melântico.



Fonte: A autora.

3.5 Irrigação

Após os transplantes, as mudas de repolho e alface foram irrigadas diariamente por sistema de irrigação por gotejamento, sendo que a lâmina de água aplicada foi baseada na evapotranspiração de referência (ETo), estimada com dados obtidos pela estação metereológica do Instituto Federal do Triângulo Mineiro Campus Uberaba e fazendo as devidas correlações para a casa de vegetação e para a cultura.

3.6 Colheita

A colheita do repolho foi realizada ao iniciar a formação da cabeça, que ocorreu aproximadamente aos 80 dias após o transplantio das mudas, enquanto que a alface foi colhida aos 45 dias após o transplantio. Ambos foram cortados rente ao solo (Figura 4), acondicionados em saco de papel e levados a estufa.

Figura 4 - Repolho colhido aos 80 e alface aos 45 dias após o transplantio das mudas.



Fonte: A autora.

3.7 Avaliações

3.7.1 Massa fresca e seca

Foi determinada a massa fresca (MF) logo pós a colheita, a seguir todo o material foi levado ao laboratório, colocado em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas ou até peso constante para determinação da massa seca (MS), que teve os resultados expressos para grama por planta (g planta^{-1}).

3.7.2 Índice de eficiência Agronômica

Para avaliar a eficiência agronômica da dose do fertilizante organomineral utilizado, adotou-se o índice de eficiência Agronômica (IEA) descrito por Goedert, Souza e Rein (1986), o qual expressa a relação percentual do aumento de produção de massa fresca ou seca obtida com a fonte em estudo (organomineral) e o valor obtido com a fonte de fósforo mineral utilizada (Superfosfato triplo), que foi obtido através da equação 1.

$$\text{IEA (\%)} = \left(\frac{Y_2 - Y_1}{Y_3 - Y_1} \right) \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde: Y_1 = Produção de massa fresca (MF) ou seca (MS) obtida pela parcela onde não houve aplicação de P; Y_2 = Produção de MF ou MS obtida pela fonte que está sendo testada com a dose avaliada; Y_3 = Produção obtida com a fonte de referência (Superfosfato simples), na dose recomendada de P total aplicado.

3.7.3 Estado nutricional da planta

Logo após a colheita, foram retiradas amostras das folhas recém-maduras na época de formação da cabeça do repolho e da alface, para análise do estado nutricional das plantas, conforme metodologia proposta por Martinez, Carvalho e Souza (1999).

3.7.4 Teor residual de nutrientes no solo

Após a colheita do repolho e da alface, em todos os vasos, utilizando um trado pequeno foram realizadas três amostras simples por vaso para gerar uma composta para

quantificar o efeito residual da adubação organomineral e mineral remanescente após cada cultivo.

3.8 Análise estatística

Os valores das características avaliadas foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste F, e quando significativos, foram submetidos à análise de regressão dos fatores quantitativos (doses) e as médias dos fatores qualitativos (solo) foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR. A comparação entre a média dos tratamentos e os tratamentos adicionais foi realizada pelo teste de Dunnett ($p<0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Massa verde e seca do repolho e alface

Analisando a produção de massa fresca (MF) e seca (MS) de repolho e da alface obtida com o fertilizante organomineral e o mineral, no Latossolo Vermelho distrófico (LVd) e no Gleissolo melânico (GM) de forma geral pode-se evidenciar a necessidade da aplicação adubação fosfatada na produção de hortaliças em ambos os solos, pois a produção de MF e MS aumentou de forma significativa onde foram aplicadas as maiores doses de fertilizante organomineral ou mineral em ambas as plantas, quando comparados à testemunha sem aplicação de fósforo (P), que apresentou os menores valores de MF e MS (Tabela 1).

No LVd, o tratamento com a menor dose aplicada (50%) de fertilização organomineral, proporcionou produção de MF e MS significativamente superior, que foi 88 e 69% maior no repolho e 58 e 67% maior na alface, quando comparados ao tratamento testemunha (Dose zero), respectivamente, comprovando a importância da aplicação do fósforo para as culturas avaliadas. Este comportamento pode ser justificado pela deficiência de P no LVd, seja pela falta do nutriente ou pela adsorção do mesmo, conforme comprovado em outros estudos (SANTOS et al., 2011; SOUSA et al., 2013; HANSEL et al., 2014).

Segundo SILVA (2010), uma das principais vantagens da adição de matéria orgânica no solo (MOS) é a incorporação dos elementos químicos essenciais que não existem no material de origem que são o carbono (C) e nitrogênio (N), além de também poder fornecer até 80% do P total encontrado no solo.

No GM, apesar de ser um solo com maior teor inicial de P ($147,50 \text{ mg dm}^{-3}$), quando comparado ao LVd ($8,50 \text{ mg dm}^{-3}$), o comportamento da produção das culturas avaliadas foi semelhante, pois o tratamento que representa 50% da dose recomendada fertilização organomineral, proporcionou produção de MF e MS significativamente superior no repolho, que foi 29 e 24% maior quando comparado à dose zero (testemunha). Na alface o mesmo não ocorreu para esta menor dose, pois as diferenças significativas ($p<0,05$) surgiram a partir da dose de 100%, que foi 59 e 26% maior quando comparados ao tratamento com dose zero (testemunha).

Este resultado comprova que mesmo em solos com alto teor de matéria orgânica e P, pode ser necessário à aplicação de P no plantio, pois o repolho e alface são culturas respondem bem e aumentam sua produção de MF e MS.

Tabela 1 - Produção de massa fresca (MF) e seca (MS) do repolho e alface cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral no Latossolo vermelho distrófico (LVd) e Gleissolo melânico (GM).

Tratamentos %	Repolho		Alface	
	MF	MS	MF	MS
g planta ⁻¹
LVd				
0	35,8 b*	14,8 b*	7,9 e*	0,8 d*
400 (50%)	308,3 a	47,5 a	18,8 d*	2,4 c*
800 (100%)	308,0 a	50,5 a	27,4 c*	2,9 c*
1600 (200%)	341,8 a	47,9 a	36,8 b	4,0 b*
2400 (300%)	327,3 a	46,1 a	37,1 b	3,8 b*
200 (Mineral)	281,2 a	44,3 a	45,1 a	5,9 a
CV %	18,2	12,7	20,7	21,0
GM				
0	232,5 b*	41,9 b	8,8 c*	1,7 c
100 (50%)	329,8 a	55,5 a	18,7 c*	1,8 c
200 (100%)	343,7 a	54,6 a	21,6 b	2,3 b
400 (200%)	277,5 a	50,3 a	31,2 a*	3,4 a*
600 (300%)	332,3 a	53,4 a	31,7 a	3,5 a*
50 (Mineral)	310,5 a	51,5 a	25,5 b	2,4 b
CV %	13,0	9,8	13,3	16,8

Fonte: A autora.

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). CV = Coeficiente de variação; * = Tratamento difere da adubação mineral pelo teste de Dunnett ($p<0,05$).

Comprovou-se também que para o repolho, em ambos os solos, a fonte do adubo pode ser tanto organomineral quanto mineral, que a cultura irá responder bem a ambas as formas de fertilização, pois é uma cultura pouco exigente em P, conforme comprovado pela produção de MF e MS na menor dose (50%), que é estatisticamente igual a de maior dose (300%) e a adubação mineral. Isto ocorre devido a cultura ter um ciclo mais longo, de aproximadamente 100 dias para iniciar a colheita, o que exige a liberação da matéria orgânica e absorção mais lenta dos nutrientes do solo, conforme também comprovado por Silva (2016).

Segundo Castoldi et al. (2009), devido ao ciclo curto da maioria das olerícolas, a demanda por nutrientes é concentrada num curto período de tempo, sendo que no repolho a maior taxa de absorção de nutrientes ocorre nos 10 últimos dias do ciclo.

Na alface o mesmo comportamento não ocorre, pois no LVd a maior produção de MF e MS ocorreu no tratamento com fertilização mineral, devido a mais rápida liberação do P a solução do solo, pois a alface é uma planta que absorve altas concentrações em um curto período de tempo, uma vez que tem ciclo de até 45 dias até a colheita. No GM, está liberação rápida de P não influenciou a produtividade da cultura, pois a maior produção de MF (31,7 g planta⁻¹) e MS (35 g planta⁻¹) ocorreu no tratamento com 100% da adubação com organomineral.

Na alface observou-se que na maior dose de organomineral (300%) e na adubação mineral para o LVd, a produção de MF foi 78,7 e 82,5% superior, enquanto que para o MS foi 78,9 e 86,4% superior, quando comparados à testemunha (Sem aplicação de P). Para o GM os valores de MF foram 72 e 65% superiores, enquanto que para o MS foram 50 e 27% maiores, quando comparado ao tratamento testemunha, respectivamente.

Segundo Santos et al. (2001), a aplicação de doses crescentes de composto orgânico proporciona melhor desenvolvimento das culturas, devido à melhoria das características químicas e físico-químicas do solo, pois após ocorrer a mineralização desta MO aplicada, ocorre o aumento os teores de bases trocável, P e da CTC do solo, além disso, ainda ocorre a continua liberação de N, em formas solúveis e prontamente disponíveis para a planta, entretanto, neste estudo verificou-se que houve efeito positivo somente na produção da alface.

Através do cálculo do índice de eficiência agronômica (IEA) descrito por Goedert, Souza e Rein (1986), determinou-se qual dose de fertilizante organomineral seria necessária para obter a mesma produção de MF e MS que foi obtida com o fertilizante mineral (Valor de referência).

Para o repolho, no LVd observou-se que a dose de 50% (400 mg dm⁻³ de P₂O₅) de fertilizante organomineral proporcionou uma produção de MF e MS 11% superior, quando comparado a adubação mineral (200 mg dm⁻³ de P₂O₅), enquanto que no GM, os valores foram 25% superior para a MF e 42% a MS (Tabela 2).

Para a alface, no LVd todas as doses avaliadas de fertilizante organomineral apresentaram menores valores de produção de MF e MS, quando comparadas a adubação mineral (200 mg dm⁻³ de P₂O₅), entretanto o mesmo não ocorreu no GM, na dose de 200% (400 mg dm⁻³ de P₂O₅) de fertilizante organomineral, a produção de MF e MS foi 34 e 143% superior, comparada a adubação mineral (50 mg dm⁻³ de P₂O₅).

Tabela 2 - Determinação do índice de eficiência agronômica (IEA) das fontes de fertilizante utilizadas na produção de massa fresca (MF) e seca (MS) do repolho e alface cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral no Latossolo vermelho distrófico (LVd) e Gleissolo melânico (GM).

Tratamento	Repolho		Alface	
	IEA			
	MF	MS	MF	MS
%	%.....			
	LVd			
0	0	0	0	0
400 (50%)	111	111	29	31
800 (100%)	111	121	52	41
1600 (200%)	125	112	78	63
2400 (300%)	119	106	78	59
200 (Mineral)	100	100	100	100
	GM			
0	0	0	0	0
100 (50%)	125	142	59	14
200 (100%)	143	132	77	86
400 (200%)	58	88	134	243
600 (300%)	128	120	137	257
50 (Mineral)	100	100	100	100

Fonte: A autora.

A matéria orgânica quando associada ao adubo mineral facilita a absorção dos nutrientes e auxilia no transporte de fotoassimilados elaborados pela própria planta (KIEHL, 2008). Benites et al. (2010) destacam que o fertilizante organomineral em sua formulação possui componentes orgânicos que têm a função de otimizar a absorção dos nutrientes contidos no adubo. Esse comportamento não se repetiu no cultivo sucessivo, visto que a adubação mineral exclusiva apresentou maior produção de MF e MS, independente do solo utilizado.

Comparando somente as doses do fertilizante organomineral através da análise de regressão, no repolho no LVd evidenciou-se que houve aumento exponencial de produção MF e MS até a dose 400 mg dm⁻³ de P₂O₅ (50%) ($p<0,05$; $F = 14,90$), a partir deste ponto a

produção se manteve constante até a dose de 2400 mg dm⁻³ de P₂O₅ (300%) (Figura 1). Para a alface no LVd o ajuste quadrático, pois a produção de MF e MS aumentou significativamente ($p<0,05$) até a dose de fertilizante organomineral equivalente a 2000 mg dm⁻³ de P₂O₅ ($p<0,05$, $F = 24,30$), contudo, a partir deste ponto a produção começou a diminuir seus valores (Figura 5).

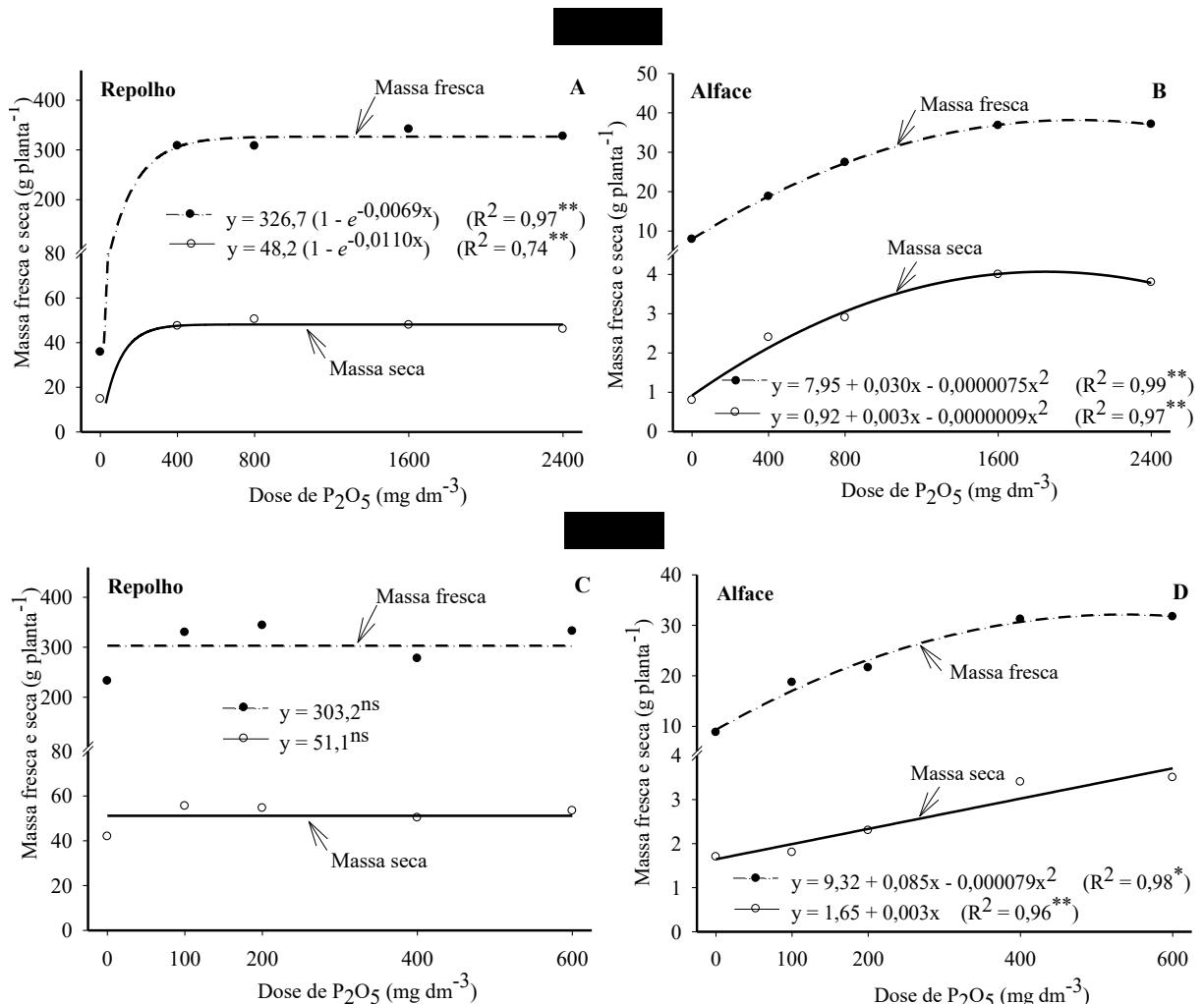


Figura 5 - Produção de massa fresca (MF) e seca (MS) sob diferentes doses de adubo organomineral no Latossolo vermelho distrófico (LVd) no repolho (—●—)(A) e na alface (—○—)(B), no Gleissolo melânico (GM) no repolho (C) e na alface (D). ** e * = Significativo (Tukey 5 e 1% de probabilidade); ^{ns} = Não significativo*.

No GM, a produção de MF e MS se manteve constante no repolho, não apresentando variações significativas, onde os valores médios atingiram 303,2 g planta⁻¹ de MF e 51,1 g planta⁻¹ de MS. O mesmo não ocorreu no cultivo da alface, pois a curva de regressão apresentou ajuste quadrático para a MF, que comprova que houve aumento significativo da

produção até a dose máxima estimada de 538 mg dm⁻³ de P₂O₅ ($p<0,05$, $F=13,12$), a partir da qual os valores começaram a diminuir. Para a MS na alface o ajuste foi linear, pois a medida que aumentou dose de organomineral houve incremento na produção.

4.2 Estado nutricional da planta

Analizando o teor de N, P e K contidos no repolho e alface cultivados no LVd, de forma geral observou-se que os maiores teores de P foram encontrados na dose de 300%, que foram significativamente superiores quando comparados aos teores dos tratamentos com doses menores (0, 50 e 100%) e adubação mineral, com exceção do N na alface, que foi maior na dose de 50% (Tabela 3).

Tabela 3- Teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) presentes no repolho e da alface cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral no Latossolo vermelho distrófico (LVd), em Uberaba, MG.

Tratamentos	Repolho			Alface		
	N	P	K	N	P	K
%g kg ⁻¹					
0	11,78 c*	2,94 b	16,44 b	11,99 c	0,92 c*	32,21 a*
400 (50%)	14,45 b	3,59 a	15,18 c	16,03 a*	2,17 b*	29,97 a*
800 (100%)	14,92 b	2,99 b	16,66 b	13,79 b*	2,48 b*	27,96 a*
1600 (200%)	19,15 a*	3,37 b	22,59 a*	13,02 b*	3,41 a	29,07 a*
2400 (300%)	20,05 a*	4,61 a*	21,10 a	14,07 b*	3,45 a	29,61 a*
200 (Mineral)	15,49 b	3,37 b	17,77 b	10,29 c	3,34 a	17,88 b
CV %	8,51	15,39	11,61	4,08	10,42	11,4

Fonte: A autora.

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

CV = Coeficiente de variação; * = Tratamento difere da adubação mineral pelo teste de Dunnett ($p<0,05$).

Com relação ao P no repolho, o maior teor encontrado ocorreu na dose de 50% (3,59 g kg⁻¹), que foi significativamente ao obtido na adubação mineral (3,37 g kg⁻¹), na dose de 100% (2,99 g kg⁻¹) e 200% (3,37 g kg⁻¹) e igual a da dose de 300% (4,61) de adubação organomineral. Isto mostra que ao utilizar a adubação organomineral no repolho, a dose recomendada pode ser diminuída em 50%, que não ocorrerá diminuição na produtividade da

cultura. Estes valores de P acumulados no repolho comprovam a pouca exigência deste nutriente, resultado este que corrobora com os apresentados por Aquino et al. (2009), Correa, Cardoso e Claudio (2013) e Silva (2016).

Com relação ao N e ao K o comportamento foi semelhante ao observado para o P, pois as maiores concentrações destes nutrientes foram encontrados na dose de 200 (19,15 e 22,59 g kg⁻¹) e 300% (20,05 e 21,10 g kg⁻¹) da adubação organomineral, quando comparado ao obtido na adubação mineral (15,49 e 17,77 g kg⁻¹), respectivamente.

Avaliar a taxa de absorção de nutrientes das culturas gera informações importantes que podem ser utilizadas para otimizar o manejo da adubação, entretanto, no repolho esta taxa precisa ser melhor avaliada. Silva (2016) avaliou a taxa de absorção de macronutrientes para o repolho e observou a ordem decrescente de exportação na sequência K>N>Ca>P>S>Mg, sendo que as maiores taxas ocorrem nos últimos 10 dias do ciclo da cultura, enquanto que para Aquino et al. (2009) e Correa, Cardoso e Claudio (2013) ocorrem na sequencia K>N>Ca>S>P>Mg e K>N>S>Ca>P>Mg, respectivamente.

Com relação a alface, observou-se que o acumulado de P na planta foi estatisticamente igual na dose de 200 (3,41 g kg⁻¹) e 300% (3,45 g kg⁻¹) de adubação organomineral e na adubação mineral (3,34 g kg⁻¹), sendo superiores aos outros tratamentos (0, 50 e 100%), que comprova que a alface extraí elevada quantidade de P do solo, que este deve estar disponível de forma mais rápida, pois o ciclo da planta é curto. Estes resultados corroboram com os observados por Grangeiro et al. (2006), que comprovaram elevada exigência de P pelo da alface.

Segundo Aquino et al. (2009) às quantidades exportadas dos macronutrientes, pelo repolho para N, P, K, Ca, Mg e S na colheita são 278,6; 27,9; 294,7; 88,3; 18,8 e 49,5 kg ha⁻¹, respectivamente, o que comprova a baixa exigência da cultura em P, que junto com o Mg, foram os nutrientes menos acumulados pela planta.

Ao avaliar o acúmulo de N, P e K na alface crespa cultivar Verônica para produção de sementes, Beninni, Takahashi e Neves (2005) comprovaram que no ponto de colheita, a planta apresentou concentração de 38,24, 5,74 e 78,33 g kg⁻¹, respectivamente, valores estes superiores aos encontrados neste estudo.

Segundo Kano, Cardoso e Villas Bôas (2011), quando o objetivo é a produção de sementes de alface, a necessidade de macronutrientes é bem maior, por isso mesmo a adubação é diferenciada e em maior quantidade, mesmo assim é uma cultura que apresenta absorção de nutriente mais lenta até a metade do seu ciclo de cultivo, que depois é acelerado mais próximo à colheita, sendo que ocorre na sequência K>N>Ca>Mg>P>S.

Entretanto, Beninni, Takahashi e Neves (2005) e Grangeiro et al. (2006) observaram que a absorção ocorre na sequência foi N>P>K>Ca>Mg>S e K>N>P>Ca>Mg>S, respectivamente, que comprovam a exigência da cultura em P.

Analizando o teor de N, P e K encontrado nas folhas do repolho no LVd, observou-se que na análise de regressão ocorreu ajuste linear para N e K, pois com o aumento das doses de adubo organomineral, houve maior concentração destes elementos na planta. Para o P houve um ajuste quadrático, onde os teores na planta decaíram até a dose de 476 mg dm⁻³ de P₂O₅, contudo, a partir deste valor volta aumentar significativamente ($p<0,05$, $F = 17,61$) até atingir seu pico máximo na dose de 2400 mg dm⁻³ de P₂O₅ (300%) (Figura 6).

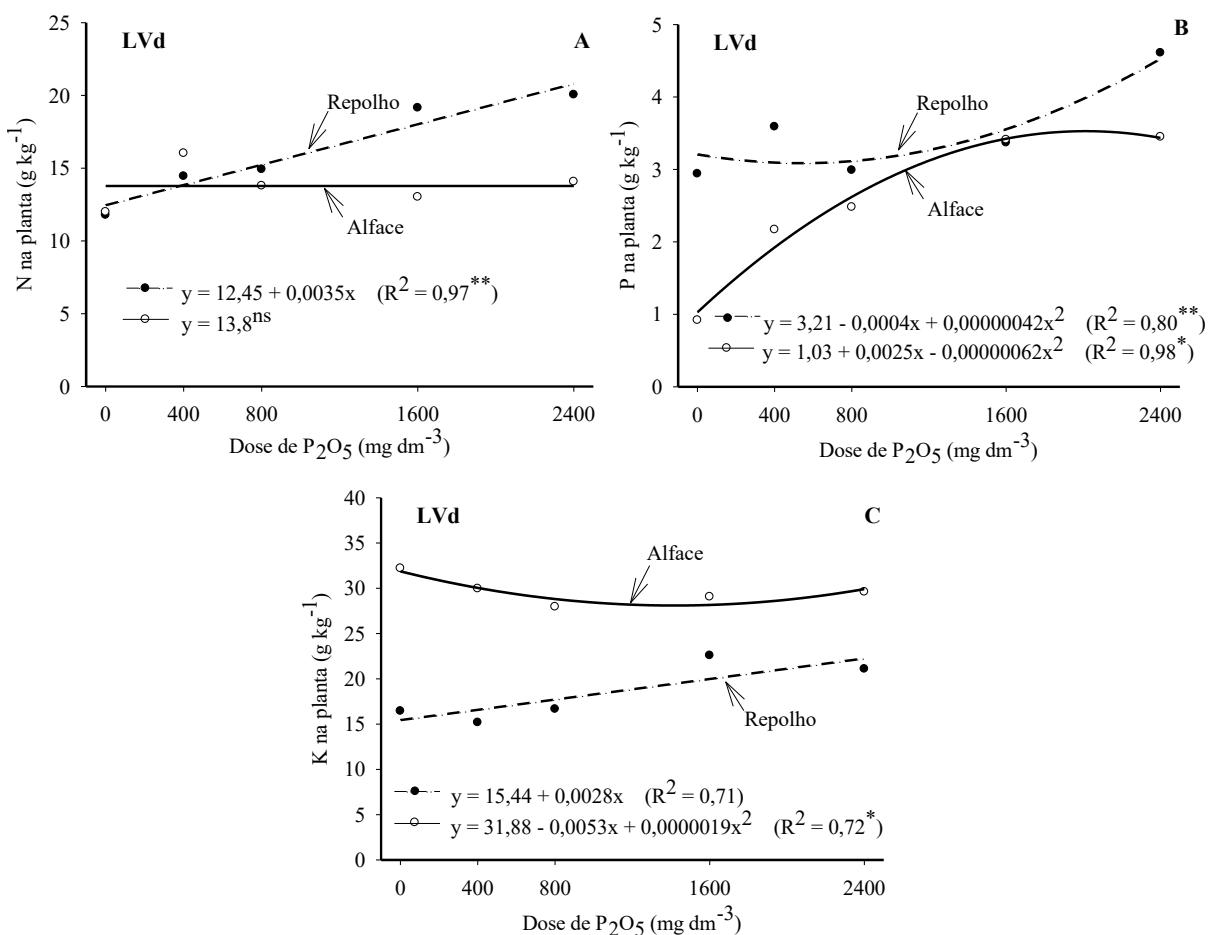


Figura 6 - Curvas de regressão, onde A = Teor de nitrogênio (N), B = Fósforo (P) e C = Potássio (K) presentes na matéria seca (MS) do repolho (—●—) e da alface (····○····) cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral no Latossolo vermelho distrófico (LVd). ** e * = Significativo (Tukey 5 e 1% de probabilidade); ns = Não significativo.*

Na alface, os teores de N na folha apresentaram média constante em torno de 13,8 g kg⁻¹, enquanto que para o P o mesmo não ocorreu, pois a curva de regressão apresentou ajuste quadrático com aumento do teor de P na planta ate a dose estimada de 2016 mg dm⁻³ de P₂O₅,

entretanto, a partir deste ponto começou a decair. Para o K, o ajuste foi quadrático, contudo, à medida que aumentou a dose de adubo organomineral, diminuiu o teor de K na planta até a dose de 1374 mg dm⁻³ de P₂O₅, que depois voltou a aumentar novamente.

Quando analisados os teores de nutrientes obtidos nos resíduos de repolho e alface cultivados no GM, onde a presença de MO é elevada, os valores apresentaram comportamentos diferenciados para o P, pois o maior teor encontrado no repolho ocorreu onde foi utilizada adubação mineral (9,12 g kg⁻¹), seguido pela dose de 300% de adubação organomineral (6,68 g kg⁻¹), que foram superiores ($p<0,05$) aos outros tratamentos, enquanto que na alface não houve diferenças entre tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4 - Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) presentes no repolho e da alface cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral no Gleissolo melânico, em Uberaba, MG.

Tratamento	Repolho			Alface		
	%	N	P	K	N	P
0	11,48 c	2,74 d*	15,63 a	17,29 b	2,40 a	29,92 ab*
100 (50%)	11,36 c	4,05 cd*	15,89 a	17,08 b	2,69 a	35,15 a*
200 (100%)	11,76 bc	2,87 d*	13,99 a	16,08 b	2,55 a	32,57 a*
400 (200%)	12,88 b	5,94 c*	13,77 a	15,61 b	2,84 a	31,52 a*
600 (300%)	14,37 a*	6,68 b*	15,50 a	23,10 a*	2,70 a	33,50 a*
50 (Mineral)	11,94 bc	9,12 a	14,42 a	17,85 b	2,37 a	24,62 b
CV %	9,11	16,84	9,49	7,23	10,11	8,14

Fonte: A autora.

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

CV = Coeficiente de variação; * = Tratamento difere da adubação mineral pelo teste de Dunnett ($p<0,05$).

Para o N, os maiores teores no repolho e na alface foram encontrados na dose de 300% (14,37 e 23,10 g kg⁻¹, respectivamente), que foram superiores ($p<0,05$) aos demais tratamentos. Para o K, não houve diferenças entre as doses no repolho, enquanto que em todas as doses do fertilizante organomineral os teores foram iguais entre si, mas superiores ($p<0,05$) ao tratamento com adubação mineral e a testemunha.

Existe relação entre a quantidade de P disponível no solo e a absorção dos outros macronutrientes, pois quanto maior a disponibilidade de P, especialmente em solos pobres

como o LVd, maior o acúmulo de nutrientes pelas plantas (DING et al., 2010), comportamento este também observado neste estudo, pois na maior dose de organomineral (300%) utilizada, maior foi o teor de N e K nos resíduos das plantas em ambos os solos (LVd e GM) e culturas avaliadas.

Nitrogênio (N) e potássio (K) são os nutrientes exigidos em maiores quantidades pela maioria das culturas, por isso mesmo, são também os mais abundantes nos tecidos vegetais, chegando a valores de quatro a cinco vezes superiores aos acumulados nos resíduos em relação ao P (BRADY, 1989), fato este comprovado neste estudo.

Onde foram aplicadas as maiores doses de P via fertilizante organomineral (300%), em ambos os solos (LVd e GM), foram encontrados os maiores teores de N e K nos resíduos das plantas, quando comparado às outras doses utilizadas e a adubação mineral no repolho e na alface. Estes valores comprovam que a MO existente no fertilizante organomineral alterou a disponibilidade destes elementos na solução do solo, pois nutrientes foram liberados lentamente, possibilitando maior absorção pela planta e maior efeito residual no solo, conforme também observado por Dick et al. (2009).

No GM, observou-se que para o N na alface e no repolho houve um ajuste quadrático da curva de regressão, sendo que houve diminuição do teor de N na alface até a dose de 228 mg dm⁻³ de P₂O₅, enquanto que no repolho o mesmo ocorreu até a dose de 256 mg dm⁻³ de P₂O₅, entretanto, a partir deste ponto o teor de N aumentou em ambas as culturas (Figura 7).

Para o teor de P no repolho houve ajuste para uma regressão linear. A concentração de P aumentou significativamente ($p<0,05$) até atingir seu pico máximo na dose de 600 mg dm⁻³ de P₂O₅ (300%). Com relação ao P na alface, os teores apresentaram média constante em torno de 2,64 g kg⁻¹ na planta. Com relação ao teor de K na planta, os valores observados ficaram ao redor de 14,96 g kg⁻¹ para o repolho e 32,55 g kg⁻¹ para o alface g kg⁻¹ na planta.

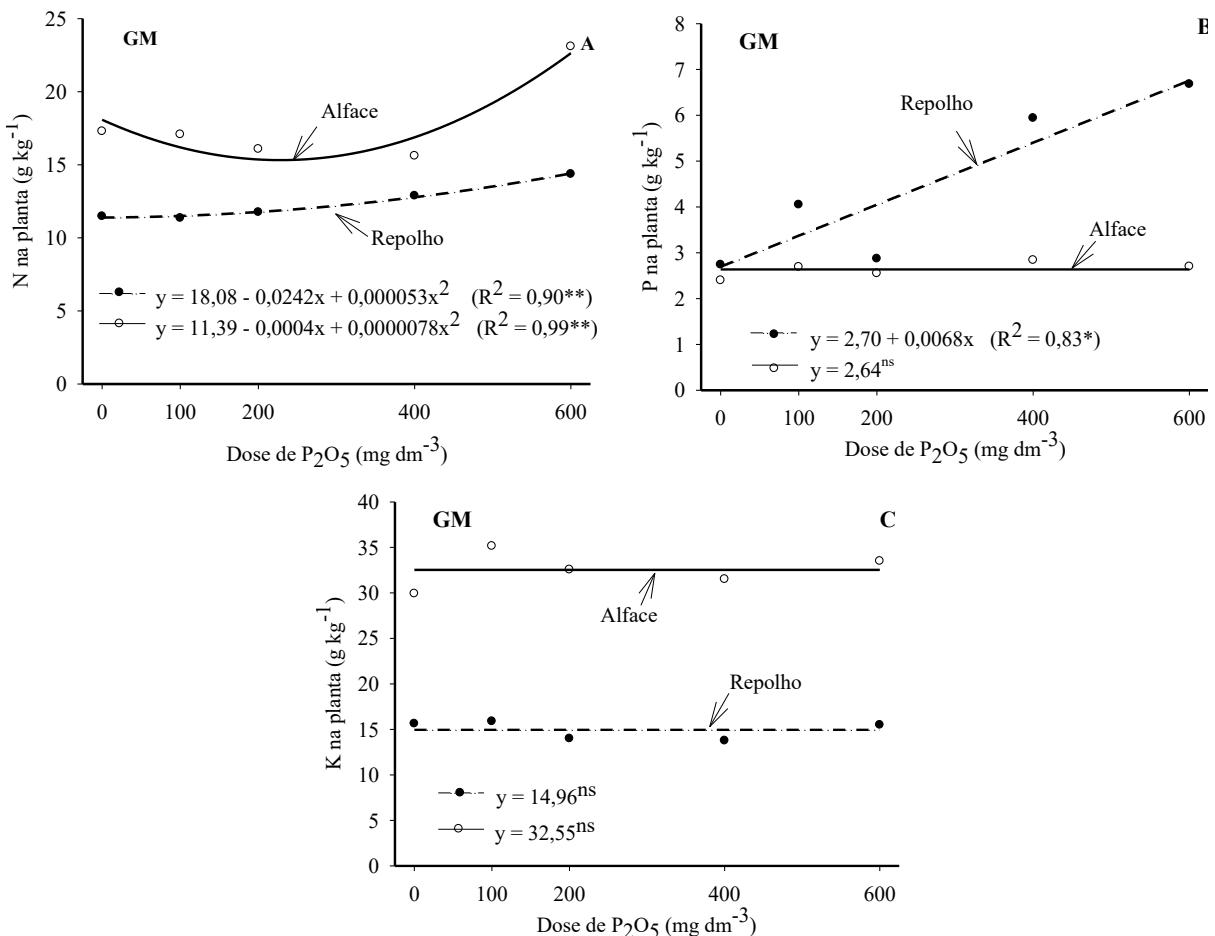


Figura 7. Curvas de regressão, onde A = Teor de nitrogênio (N), B = Fósforo (P) e C = Potássio (K) presentes nos resíduos do repolho (—●—) e da alface (—○—) cultivados sob diferentes doses de fertilizante organomineral no Gleissolo melânico. ** e * = Significativo (Tukey 5 e 1% de probabilidade); ^{ns} = Não significativo.*

4.3 Efeito residual no solo

Analizando os valores de pH, P e K encontrados no LVd após a colheita do repolho e da alface, de forma geral, observou-se que os menores valores de pH foram observados onde foi realizada a adubação mineral, que à medida que as doses de adubo organomineral aumentaram o pH diminuiu e que os valores de pH diminuíram no segundo ciclo de cultivo (alface), quando comparados ao valor inicial de pH (6,8), como era esperado (Tabela 5).

Para o P, o teor encontrado na adubação mineral foi significativamente superior ($p<0,05$) quando comparados aos outros tratamentos nos dois ciclos (Repolho e alface), que este teor de P no solo aumenta à medida que se eleva as doses do fertilizante organomineral. Para o K, os maiores teores foram encontrados nas doses de 200 e 300% de adubação

organomineral no primeiro ciclo com repolho e na dose de 300% no segundo ciclo com alface, quando comparados à adubação mineral e aos outros tratamentos com organomineral.

Tabela 5 - Valor do potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P) e potássio (K) no Latossolo Vermelho distrófico (LVd) antes do plantio (Inicial) e logo após a colheita do repolho e da alface, cultivados sob diferentes doses de fertilizante organomineral.

Tratamento %	Repolho			Alface		
	pH	Pmg dm ⁻³	K	pH	Pmg dm ⁻³	K
	--	--	--	--	--	--
0	6,90 a*	5,37 d*	134,75 b+	6,67 b*	2,22 d*	151,25 b*
400 (50%)	6,70 b*	12,40 d*	77,50 c+	6,50 ab*	8,45 d*	98,75 cd*
800 (100%)	6,67 b*	36,60 cd*+ 100,25 bc+	6,30 bc+	9,48 d*	95,50 cd*	
1600 (200%)	6,65 b*	58,62 c*+ 183,00 a*+	6,27 bc+	58,05 c*	140,00 b+*	
2400 (300%)	6,45 b*+	152,50 b*+ 215,25 a*+	5,97 c+	160,45 b+*	278,75 a+*	
200 (Mineral)	6,17 c+	266,65 a	65,00 cd	6,07 c+	247,77 a+	75,25 de+
Inicial	6,80 a*	8,50 d*	28,00 d*	6,80 a*	8,50 d*	28,00 e*
CV %	1,66	17,83	17,10	2,80	26,32	17,20

Fonte: A autora.

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

CV = Coeficiente de variação; * = Tratamento difere da adubação mineral pelo teste de Dunnett ($p<0,05$). + = Tratamento difere do estagio inicial do solo após correção da acidez e antes do plantio pelo teste de Dunnett ($p<0,05$).

Nas regiões tropicais úmidas, dentre os fatores que causam a acidez do solo, estão à pluviosidade, que está relacionada à lixiviação de bases, a extração pelas culturas, as trocas iônicas na região da rizosfera, o uso de fertilizantes nitrogenados com índice de acidez elevado, além de fatores da própria formação do solo (MELÉM JUNIOR et al., 2001; MALUF et al., 2015).

No LVd após o cultivo do repolho e da alface, observou-se que o pH no estágio inicial, antes do plantio (6,80 e 6,80) e na testemunha (6,90 e 6,67), os valores de pH foram significativamente superiores aos tratamentos com doses de adubo organomineral (50, 100, 200 e 300%) e da adubação mineral. Além disso, à medida que os nutrientes foram absorvidos pelo repolho e alface, os valores de pH diminuíram, evidenciando que a extração de nutrientes pelas culturas tendem acidificar o solo, pois as plantas ao absorver as bases trocáveis

existentes na solução, proporcionam maiores teores de hidrogênio e alumínio no complexo de troca do solo.

Com relação ao P, o LVd apresentou valores mínimos em sua análise inicial antes do plantio ($0,85 \text{ mg dm}^{-3}$), contudo, após os tratamentos com as formas e doses de adubação, o maior teor do nutriente foi observado no tratamento com adubação mineral no repolho ($266,65 \text{ mg dm}^{-3}$) e na alface ($247,77 \text{ mg dm}^{-3}$), que foram significativamente maiores, quando comparados aos tratamentos com adubação organomineral. Este comportamento pode estar relacionado à textura mais arenosa do LVd, que apresentou 220 g kg^{-1} de argila, 720 g kg^{-1} de areia, pois nestes solos a adsorção de P é menor quando comparado aos solos argilosos, que apresentam maior tamponamento.

Segundo Machado et al. (2011), a disponibilidade de P no solo é influenciada pela textura, dose do fertilizante fosfatado e pelo tempo de contato do íon com o solo. Lana et al. (2014) afirmam que quanto maior o teor de argila maior será a adsorção do P no solo e menor será sua disponibilidade para as plantas. SOUSA et al. (2004) destacam que os solos argilosos quando comparados aos arenosos, requerem quantidades mais elevadas de P para atender à demanda das culturas.

De forma geral, quanto maior foi à dose do fertilizante organomineral utilizada, maior foi o teor de P disponível na solução do solo e maior seu efeito residual no cultivo subsequente. Segundo Kiehl (2008) o aporte de matéria orgânica proporcionado pela adubação organomineral aumenta o efeito residual da adubação fosfatada através da liberação gradual do nutriente no solo. Fernandes et al. (2015) destacam que este aumento de P residual no solo ocorre devido à competição pelos sítios de adsorção de P pelos ácidos orgânicos gerados pela mineralização da MO adicionada ao solo.

Avaliando a disponibilidade de P no Latossolo argiloso após a aplicação de doses de fertilizante organomineral e mineral em doses variando de 0 a 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 , Lana et al. (2009) observaram acréscimos lineares nos teores de P em ambas as fontes.

Mesmo na testemunha, onde somente foi aplicado N e K, os teores de P disponibilizados após o primeiro ciclo (repolho) ($5,37 \text{ mg dm}^{-3}$) e segundo ciclo (alface) ($2,22 \text{ mg dm}^{-3}$) foram superiores, aos valores iniciais de P no solo ($0,85 \text{ mg dm}^{-3}$).

Como esperado, a maior dose de K disponível na solução do solo foi observada na dose de 300% de adubação organomineral, no primeiro ($215,25 \text{ mg dm}^{-3}$) e segundo ciclo ($278,75 \text{ mg dm}^{-3}$), que foram significativamente ($p<0,05$) superiores ao que o solo apresentava inicialmente ($28,00 \text{ mg dm}^{-3}$).

Para as variáveis pH, P e K no solo, a análise de regressão polinomial evidenciou que as curvas que melhor se ajustaram às médias para a variável pH foram lineares e para P e K foram quadráticas (Figura 8).

O aumento da disponibilidade de P observado no LVd a medida que aumentou as doses de fertilizante organomineral aplicada, deve-se à presença deste nutriente na sua composição, a elevação do pH e do teor de matéria orgânica. Com o pH do solo variando entre 6,5 e 7,0, ocorre maior disponibilidade de P, uma vez que, em condições ácidas, ocorre reação do $H_2PO_4^-$ com as formas iônicas de ferro (Fe) e alumínio (Al), formando compostos de baixa solubilidade, além de maior adsorção do ânion por óxidos de Fe e Al presentes na fase sólida, enquanto que a associação com a matéria orgânica bloqueia os sítios de adsorção em óxidos de Fe e de Al do solo, diminuindo a capacidade de adsorção do $H_2PO_4^-$, conforme destacado por Novais e Smyth (1999).

Analizando o pH e os teores de P e K no LVd através da curva de regressão, observou-se que houve um ajuste linear para o pH do solo após o cultivo do repolho e da alface, pois com o aumento das doses de fertilizante organomineral o pH do solo diminuiu significativamente ($p<0,05$), de 6,45 para 6,10 no repolho e de 6,45 para 5,85 na alface, que evidencia que o aumento de matéria orgânica no solo tende diminuir os valores de pH mais lentamente (Figura 8).

Com relação ao P, observou-se que houve um ajuste quadrático das curvas de regressão, sendo que para o repolho a partir da dose de 16 mg dm^{-3} de P_2O_5 , o teor de P no solo aumenta significativamente ($p<0,05$, $F = 1,94$), enquanto que na alface o mesmo acontece a partir da de 332 mg dm^{-3} de P_2O_5 . Este aumento do teor de P no solo comprova o acentuado efeito residual proporcionado pelo fertilizante organomineral, que mesmo sem ter sido feito qualquer adubação fosfatada no cultivo da alface, os teores aumentam significativamente.

Para o K, também ocorre aumento do teor de P no solo a partir da dose de 372 mg dm^{-3} de P_2O_5 aplicada no repolho, enquanto que para o alface este aumento significativo ($p<0,05$, $F = 8,41$) ocorre a partir da dose de 836 mg dm^{-3} de P_2O_5 .

O aumento do teor de P e K no solo pode ser explicado pelo efeito da liberação gradual de nutrientes conferido pela fração orgânica do fertilizante organomineral, que pode ter levado a uma menor liberação do P e K logo após ser feita a adubação e a diminuição da perda do K por lixiviação, assim como observado por Teixeira (2013).

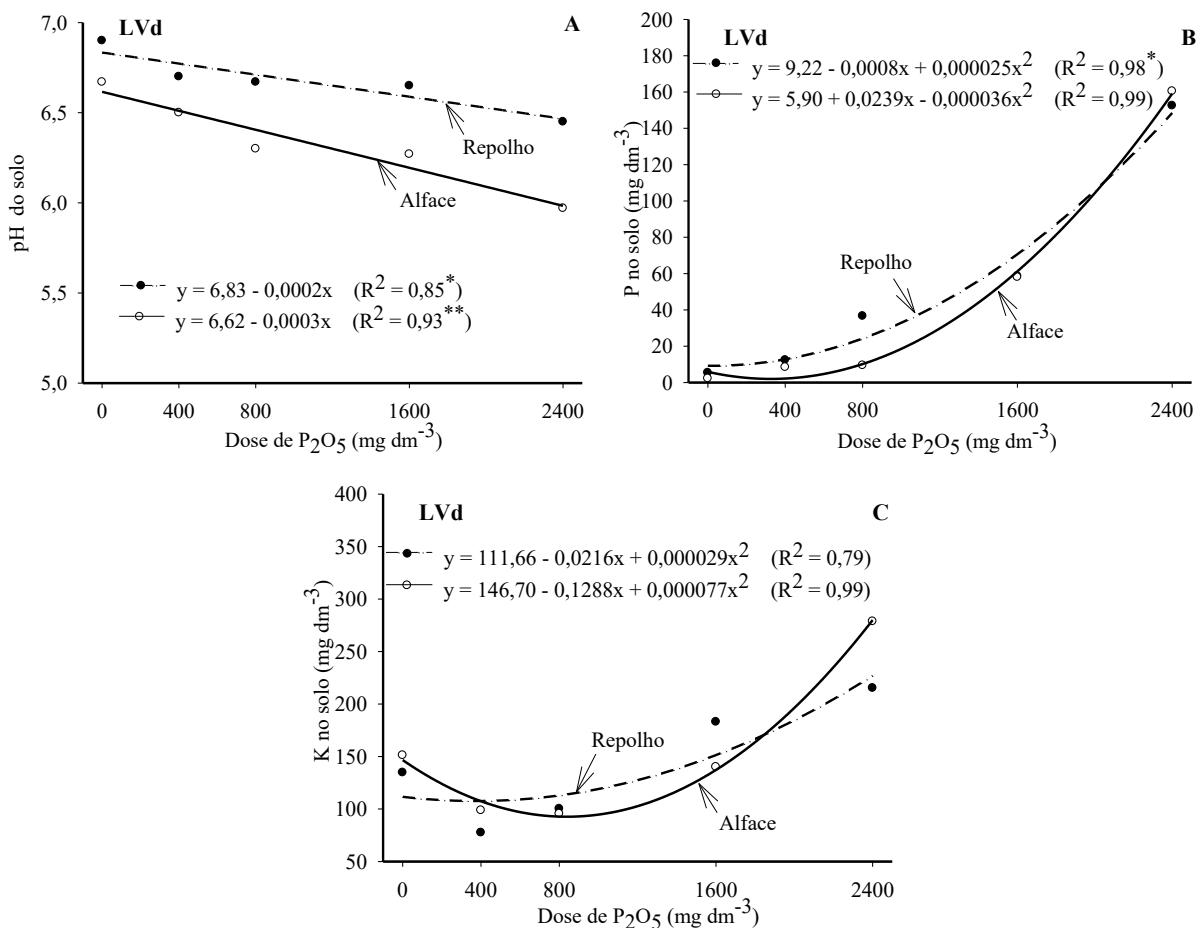


Figura 8- Curvas de regressão, onde A = Valor do potencial hidrogeniônico (pH), B = Fósforo (P) e C = Potássio (K) no Latossolo Vermelho distrófico (Lvd) em seu estágio inicial e após a colheita do repolho (●) e da alface (○), cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral. ** e * = Significativo (Tukey 5 e 1% de probabilidade); ns = Não significativo.*

Analizando os valores de pH, P e K encontrados no GM após a colheita do repolho e da alface, de forma geral, observou-se que os valores de pH foram semelhantes em todos os tratamentos e significativamente menores, quando comparados ao valor inicial (6,45), nos dois ciclos de cultivos avaliados (Tabela 6).

Com relação ao P, o maior teor do nutriente encontrado no solo após o primeiro ciclo ocorreu na dose de 300% de fertilizante organomineral, quando comparado aos outros tratamentos, enquanto que no segundo ciclo todos os tratamentos apresentaram valores significativamente menores que valor que continha inicialmente no solo (147,30 mg dm⁻³).

Para o K, todos os tratamentos com adubação organomineral ou mineral apresentaram valores maiores no repolho e na alface, que variaram de 122,50 a 146,75 mg dm⁻³ e 113,25 a

140,00 mg dm⁻³, que foram significativamente superiores quando comparados o valor encontrado inicialmente no solo (37,50 mg dm⁻³).

Tabela 6- Valor do potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P) e potássio (K) no Gleissolo melânico antes do plantio (Inicial) e logo após a colheita do repolho e da alface, cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral.

Tratamento	Repolho			Alface		
	pH	P	K	pH	P	K
	%	--mg dm ⁻³	--mg dm ⁻³	
0	6,20 b	102,55 c	131,50 a+	6,05 b+	106,25 b+	140,00 a+
100 (50%)	6,17 b+	103,92 c+	133,25 a+	5,95 b+	111,07 b+	138,00 a+
200 (100%)	6,22 b	110,05 bc+	131,25 a+	6,12 b+	112,40 b+	122,00 a+
400 (200%)	6,25 b	110,05 bc+	136,50 a+	6,00 b+	109,17 b+	129,75 a+
600 (300%)	6,15 b+	157,95 a	146,75 a+	5,85 b+	104,90 b+	129,00 a+
50 (Mineral)	6,10 b+	134,72 bc+	122,50 a+	5,95 b+	100,60 b+	113,25 a+
Inicial	6,45 a*	147,50 b	37,50 b*	6,45 a*	147,50 a*	37,50 b*
CV %	2,12	13,53	11,42	2,49	15,42	12,55

Fonte: A autora

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

CV = Coeficiente de variação; * = Tratamento difere da adubação mineral pelo teste de Dunnett ($p<0,05$). + = Tratamento difere do estagio inicial do solo após correção da acidez e antes do plantio pelo teste de Dunnett ($p<0,05$).

Comparando os valores de pH onde foram utilizadas as doses do fertilizante organomineral através da análise de regressão, observou-se que no GM que o pH se manteve constante em todo o período do estudo, girando ao redor de 6,20 para o repolho e 6,00 para a alface (Figura 5).

Com relação ao teor de P encontrado no solo, na área cultivada com alface foi constante e manteve ao redor 151,75 mg dm⁻³ de P₂O₅, enquanto que no repolho observou-se um ajuste quadrático, com o teor de P no solo aumentando o a partir da dose de 111mg dm⁻³ de P₂O₅.

Para o K, o teor encontrado no solo na área cultivada com repolho aumentou significativamente a partir da dose de 171 mg dm⁻³ de P₂O₅, enquanto que na alface o teor

residual de P no solo aumentou até a dose de 264 mg dm⁻³ de P₂O₅, depois decaiu até o final do período em estudo (Figura 9).

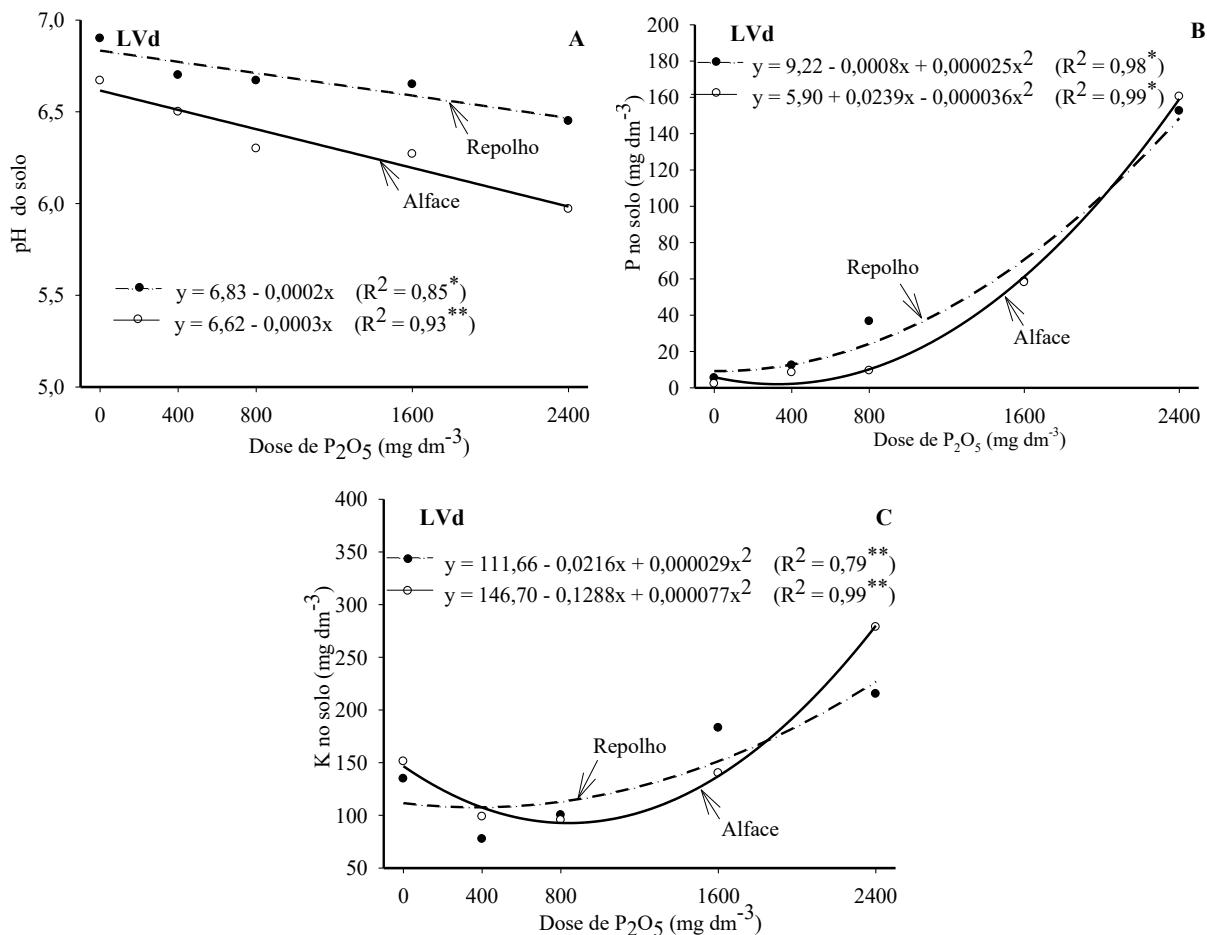


Figura 9. Curvas de regressão, onde A = Valor do potencial hidrogeniônico (pH), B = Fósforo (P) e C = Potássio (K) no Gleissolo melânico (GM) em seu estágio inicial após correção de acidez (Inicial) e após a colheita do repolho (—●—) e da alface (—○—), cultivados sob diferentes doses de adubo organomineral. ** e * = Significativo (Tukey 5 e 1% de probabilidade); ns = Não significativo.*

Correlacionando características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos, Oliveira et al. (2014) observaram que a adição dos compostos orgânicos aumentou a produção de MS da alface e o teor de matéria orgânica no solo (MOS), que a elevação das doses dos compostos orgânicos proporcionou maior disponibilidade de P e K, além de reduzir a acidez potencial do solo, favorecendo o desenvolvimento agronômico e promovendo o aumento da produtividade, semelhante ao ocorrido neste estudo.

Em seu estudo, Abreu et al. (2010) evidenciaram que as plantas provenientes de tratamentos com composto orgânico apresentaram alto teor de P e K em seus tecidos foliares, sendo superiores aos observados nos tratamentos com adubação mineral, destacou ainda que o N e o P são os elementos que mais comumente limitam a produção da alface por estarem em menor proporção no solo.

5 CONCLUSÕES

O teor residual do fertilizante organomineral no solo foi significativamente maior, quanto maiores foram as doses utilizadas no Latossolo Vermelho distrófico nos dois ciclos avaliados, enquanto que no Gleissolo melânico o mesmo aconteceu somente no primeiro ciclo (repolho).

Independente do tipo de solo utilizado é fundamental que seja feito a adubação fosfatada para que se obtenha valores significativamente superiores de produção de massa verde e seca nas hortaliças cultivadas.

A utilização da dose de 50% de fertilizante organomineral no repolho em ambos os solos avaliados proporcionou uma produção de massa fresca e seca no mínimo 11% superior, quando comparado à adubação mineral.

Na alface os maiores valores de produção ocorreu na adubação 100% mineral no Latossolo Vermelho, enquanto que no Gleissolo melânico ocorreu na dose de 200% de fertilizante organomineral.

O valor de pH foi significativamente menor nos solos adubados com fertilizante organomineral, quando comparado ao que recebeu adubação mineral.

Os teores de P e K foram significativamente maiores na dose de 300% de adubo organomineral e 100% de mineral (testemunha) em ambos os solos avaliados.

REFERÊNCIAS

- ABREU, I. M. O.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R.; OLIVEIRA, S. A. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p. 108-118, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000500018>. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000500018&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 18 fev. 2019.
- AKANDE, M. O.; OLUWATOYINBO, F. I.; MAKINDE, E. A.; ADEPOJU, A. S.; ADEPOJU, I. S. Response of Okra to Organic and Inorganic Fertilization. **Nature and Science**, New York, v.8, n.11, p.261-266, 2010. Disponível em: http://www.sciencepub.net/nature/ns0811/33_3782ns0811_261_266.pdf. Acesso em: 02 jun. 2019.
- ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; NASCIMENTO, C. W. A.; SOBRAL, M. F.; SILVA, F. B. V.; GOMES, W. A. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.10, p.1004–1013, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011001000003>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n10/v15n10a03.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.
- ALMEIDA, C. N. S.; SANTOS, F. C.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; FREITAS, A.; PAIVA, C. A. **Adubação organomineral em associação com microrganismos solubilizadores de fósforo no Milheto**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 38p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/159140/1/bol-147.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.
- ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. **Soil and Tillage Research**, v.72, n.2, p.203–211, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(03\)00089-8](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(03)00089-8). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198703000898>. Acesso em: 04 jun. 2019.
- ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; SADER, R.; ALVES, A. U. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n 1, p.132-137, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000100016>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222005000100016&lng=pt&tlang=pt. Acesso em: 20 jan. 2019.
- ANDRADE, F.V.; MENDONÇA, E. S; SILVA, I. R.; MATEUS, R. F. Dry-matter production and phosphorus accumulation by maize plants in response to the addition of organic acids in Oxisols. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Filadélfia, v. 38, p. 2733–2745, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103620701662976>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00103624.2019.1603308?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 02 jun. 2019.
- ANDRADE, E. M. G.; SILVA, H. S.; SILVA, N. S.; SOUSA JÚNIOR, J. R.; FURTADO, G. F. Adubação orgânomineral em hortaliças folhosas, frutos e raízes. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 07-11, jul./set. 2012. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php>

RVADS/article/view/1768/1325. Acesso em: 20 jan. 2019.

AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; LÉLIS, M. M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F. Produção de biomassa, teor e exportação de macronutrientes em plantas de repolho em função de doses de nitrogênio e de espaçamentos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1295-1300, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000500014>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000500014&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 12 mar. 2019.

ARAÚJO, F. F.; GIL, F. C.; TIRITAN, C. S. Lodo de esgoto na fertilidade do solo, na nutrição de Brachiaria decumbens e na atividade da desidrogenase. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.39, n.1, p.1-6, 2009. 2011. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/3319/4461>. Acesso em: 12 mar. 2019.

ASSIS, R. L.; FREITAS, R. S.; MASON, S. C. Pearl millet production practices in Brazil: a review. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 53, p 1-20, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0014479717000333>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/experimental-agriculture/article/pearl-millet-production-practices-in-brazil-a-review/F18E84727B61E43A02B756D959110A8B>. Acesso em: 02 mar. 2019.

BASTOS, A. L.; COSTA, J. P. V.; SILVA, I. F.; RAPOSO, R. W. C.; SOUTO, J. S. Influência de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.2, p.136–142, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n2/v12n02a05>. Acesso em: 02 jun. 2019.

BASTOS, A. L.; COSTA, J. P. V.; SILVA, I. F.; RAPOSO, R. W. C.; OLIVEIRA, F. A.; ALBUQUERQUE, A. W. Resposta do milho a doses de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.5, p.485–491, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n5/a05v14n5.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Semina**, Londrina, v.26, p.273-282, 2005. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2302/1982>. Acesso em: 02 jan. 2019.

BENITES, V. N.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; POLIDORO, J. C. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. In: FERTIBIO, 2010, Guarapari. **Anais** [...]. Guarapari: Editora, 2010. p. 01-04. 1 CD-ROM. Disponível em: <https://www.embrapa.br/instrumentacao/busca-de-publicacoes/-/publicacao/981423/producao-de-fertilizante-organomineral-granulado-a-partir-de-dejetos-de-suinos-e-aves-no-Brasil>. Acesso em: 02 jan. 2019.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas**. Porto Alegre: Gênesis, 2008. 344p.

BORCHARTT, L.; SILVA, I. F.; SANTANA, E. O.; SOUZA, C.; FERREIRA, L. E. Adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança – PB. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, p. 482-487, 2011. Disponível em:

<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/581/565>. Acesso em: 02 jan. 2019.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. SP: Freitas Bastos, 1989. 878p.

BULL, L. T., COSTA, M. C. G., NOVELLO, A., FERNANDES, D. M., BÔAS, V.; LYRA, R. Doses and forms of application of phosphorus in vernalized garlic. **Scientia Agricola**, v.61, n.5, p.516-521, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162004000500009>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162004000500009. Acesso em: 02 jun. 2019.

CASTOLDI, R., CHARLO, H. C. O.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, p.438-446, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v27n4/07.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.

CECÍLIO FILHO, A. B.; SCHIAVON JÚNIOR, A. A.; CORTEZ, J. W. M. Produtividade e classificação de brócolis para indústria em função da adubação nitrogenada e potássica e dos espaçamentos entre plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.1, p.12-17, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v30n1/v30n1a03.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2019.

CHAVES, L.H.G.; CHAVES, I.B.; NASCIMENTO, A.K.S.; SOUSA, A.E.C. Características de adsorção de fósforo em Argissolos, Plintossolos e Cambissolos do estado da Paraíba. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.2, p.130-139, 2009. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=224>. 12 jan. 2019.

COELHO, A. M. **Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular técnica, 78). Disponível em: http://www.cnpm.embrapa.br/publicacoes/publica/2008/circular/Circ_111.pdf. Acesso:13 jan. 2019.

CORREA, C.V.; CARDOSO, A. I. I.; CLAUDIO, M. T. R. Produção de repolho em função de doses e fontes de potássio em cobertura. **Semina**, Londrina, v.34, n.5, p. 2129-2138, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2129>. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/11091/13327>. Acesso em: 02 jan. 2019.

COSTA, C. P.; SALA, F. C. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, p.187-194, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000200002>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362012000200002. Acesso em: 08 abr. 2019.

CURI, N., CAMARGO, O. A. de, GUEDES, G. A. SILVEIRA, J. V. Sorção de fósforo em materiais de Latossolos do Brasil sudeste. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3., 1988. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Embrapa/SNLCS & SBCS, 1988, p. 267.

DICK, D. P.; NOVOTNY, E. H.; DIECKOW, J.; BAYER, C. **Química da matéria orgânica do solo.** In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. Química e mineralogia do solo. Viçosa: SBCS, 2009. Cap.1, p.1-67.

DING, G; YANG, M; HU, Y; LIAO, Y; SHI, L; XU, F; MENG, J. Quantitative trait loci affecting seed mineral concentrations in *Brassica napus* grown with contrasting phosphorus supplies. **Annals of Botany**, Bethesda, v.105, p.1221-1234, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcq050>. Epub 2010 mar 17. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20237116>. Acesso em: 02 jan. 2019.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88p. Curso de Pós-graduação Lato Sensu a distância de Produção de Hortaliça. Disponível em: http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Nutricao_mineral_diagnose_hortalicas2_ed.pdf. Acesso em: 02 jan. 2019.

FERNANDES, D.M.; GROHSKOPF, M.A.; GOMES, E.R.; FERREIRA, N.R.; BÜLL, L.T. Fósforo na solução do solo em resposta à aplicação de fertilizantes fluidos mineral e organomineral. **Irriga**, Botucatu, v.1, p.14-27, 2015. DOI: <http://doi.org/10.15809/irriga.2015v1n1p14>. Disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1997>. Acesso em: 01 jun. 2019.

FIDALSKI, J.; CHAVES, J. C. D. Respostas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) IAPAR-59 à aplicação superficial de resíduos orgânicos em um Latossolo Vermelho distrófico típico. **Coffee Science**, Lavras, v.5, p.75-86, 2010. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3932/Coffee%20Science_v5_n1_p75-86_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 11 abr. 2019.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J.; GOMES, L.A.A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S.R.G.; TEIXEIRA, C.M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, p.146-150, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000200004>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362006000200004&script=sci_abstract&tlang=pt. Acesso em: 15 fev. 2019.

FRAZÃO, J. J. **Eficiência agronômica de fertilizantes organominerais granulados á base de cama de frango e fontes de fósforo.** 2013. 88p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/86463>. Acesso em: 10 jan. 2019.

FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; BATAGLIA, O. C.; HIKOCE, R.; GALLO, J. R. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, Campinas, v.37, n.5, p.33-44, 1978. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v37n1/05.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2018.

GEOCICLO. **Fertilizantes.** Disponível em: <http://www.geociclo.com.br/index.php/fertilizantes/faq/>. Disponível em: <http://www.geociclo.com.br/index.php/tag/fertilizante/>. Acesso em: 08 mai. 2018.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HÜBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. B. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio

direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1097-1104, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2003000900011>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2003000900011. Acesso em: 01 jun. 2019.

GOEDERT, W.J.; SOUZA, D.M.G.; REIN, T.A. **Princípios metodológicos para avaliação agronômica de fontes de fósforo**. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1986. 22p. (Documentos, 22). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/549456/principios-metodologicos-para-avaliacao-agronomica-de-fontes-de-fosforo>. Acesso em: 21 dez. 2018.

GRANGEIRO LC; KAMARGO RC; MEDEIROS MA; SALVIANO AM; NEGREIROS MZ; BEZERRA NETO F; OLIVEIRA SL. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do semiárido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, p.190-194, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000200013>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362006000200013. Acesso em: 01 jun. 2019.

GUPPY, C. N., MENZIES, N. W., BLAMEY, F. P. C., MOODY, P. W. Do decomposing organic matter residues reduce phosphorus sorption in highly weathered soils?. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.69, n.5, p.1405-1411, 2005a. . DOI: <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2004.0266>. Disponível em: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssj/abstracts/69/5/1405?access=0&view=pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.

GUPPY, C. N.; MENZIES, N. W.; MOODY, P. W.; BLAMEY, F. P. C. Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: A review. **Australian Journal of Crop of Soil Research**. Australia, v.43, p.189–202, 2005b. DOI: <https://doi.org/10.1071/SR04049>. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/sr/SR04049>. Acesso em: 01 jun. 2019.

HANSEL, F.D.; AMADO, T.J.C.; BORTOLOTTO, R.P.; TRINDADE, B.S.; HANSEL, D.S.S. Influence of different phosphorus sources on fertilization efficiency. **Applied Research and Agrotecnology**, Paraná, v.7, p.103-111, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5935/PAeT.V7.N1.12>. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/2482/2249>. Acesso em: 13 mar. 2019.

HIGASHIKAWA, F.S.; MENEZES JÚNIOR, F.O.G. Adubação mineral, orgânica e organomineral: efeitos na nutrição, produtividade, pós-colheita da cebola e na fertilidade do solo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.18, p.1-10, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/51219/32842>. Acesso em: 03 mar. 2019.

HINSINGER, P. Biology availability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: A review. **Plant and Soil**, v. 237, p. 173-195, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1013351617532>. Disponível em: https://www.academia.edu/25517651/Bioavailability_of_soil_inorganic_P_in_the_rhizosphere_as_affected_by_root-induced_chemical_changes_a_review. Acesso em: 01 mar. 2019.

IBIA, T.O.; UDO, E. J. Phosphorus forms and fixation capacity of representative soils in Akwa Ibom State of Nigeri. **Geoderma**, Amsterdam, v.58, p.95-106, 1993. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7061\(93\)90087-2](https://doi.org/10.1016/0016-7061(93)90087-2). Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0016706193900872>. Acesso em: 02 jun. 2019.

INMTE. Gráficos. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>. Acesso em: 08 de jan. 2018.

INNOCENTE, A. F. Análise energética da aplicação de torta de filtro na substituição parcial da adubação inorgânica sintética da cana-de-açúcar. 2015. 126p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2015.

IPEA. Plano Nacional de Recursos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e questão dos catadores. Brasilia, DF: IPEA, 2012. (Comunicados do IPEA, n. 145). Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/120425_comunicadoipea0145.pdf. Acesso em: 15 jan. 2019.

IYAMUREMYE, F.; DICK, R. P. Organic amendments and phosphorus sorption by soils. **Advances in Agronomy**, Corvallis, v.56, p.139–185, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.05.009>. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016788091300159X. Acesso em: 02 jun. 2019.

KANO, C.; CARDOSO A. I.I.; VILLAS BÔAS, R.L. Acúmulo de nutrientes pela alface destinada à produção de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, p.70-77, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000100012>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362011000100012. Acesso em: 07 abr. 2019.

KIEHL, E. J. Fertilizantes organominerais. 4. ed. Piracicaba: Degaspari, 2008. 160p.

KORNDÖRFER, G. H.; MELO, S. P. Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 92-97, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000100013>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000100013. Acesso em: 27 fev. 2019.

KÖPPEN, W. Climatología: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479p.

LAL, R.; LOGAN, T. J. Agricultural activities and greenhouse gas emissions from soils of the tropics. In: LAL, R.; KIMBLE, J.M.; LEVINE, E.; STEWART, B.A., (Ed.) **Soil management greenhouse effect**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p. 293-307. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000134&pid=S0100-0683201200050002200015&lng=en. Acesso em: 21 mar. 2019.

LALLA, J.G.; LAURA, V.A.; RODRIGUES, A.P.D.C.; SEABRA JÚNIOR, S.; SILVEIRA, D.S.; ZAGO, V.H.; DORNAS, M.F. Competição de cultivares de brócolos topo cabeça única em Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, Brasilia, v.28, n.3, p.260-363, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000300020>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362010000300020&script=sci_abstract&tlang=pt. Acesso em: 03 jun. 2019.

LANA, M.C; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J.F.; ZOZ, T.; FEY, R. Disponibilidade de fósforo e desenvolvimento do Algodoeiro cv. IPR 120 em função de fontes de fósforo em diferentes solos. **Synergismus Scyentífica** Paraná, v.4, n.1, p.1-3, 2009. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/551/309>. Acesso em: 03 jun. 2019.

LANA, M.C; RAMPIM, L; SCHULZ, LR; KAEFER, JE; HARTMANN-SCHMIDT, MA; RUPPENTHAL, V. Disponibilidade de fósforo para plantas cultivadas com fertilizante organomineral e fosfato monoamônico. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.13, p.198-209, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1818/sap.v13i3.7659>. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/7659>. Acesso em: 03 jun. 2019.

LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, G.; QUEIROZ, A. A.; CARREON, R.; Aplicação foliar de fertilizantes organominerais em cultura de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p. 373-377, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000300023>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362010000300023. Acesso em: 13 mai. 2019.

MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E.; ANDRADE, B.B; LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H. Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p.70-76, 2011. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7389>. Acesso em: 01 jun. 2019.

MAGELA, M.L.M. **Fontes de matéria orgânica na composição de fertilizantes organominerais para adubação da cultura do milho**. 2017. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnica-Gestão Ambiental na Agricultura) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

MALUF, H.J.G.M.; SOARES, E.M.B.; SILVA, I.R.S.; NEVES, J.C.L.; SILVA, M.F.O. Disponibilidade e recuperação de nutrientes de resíduos culturais em solo com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.39, p.1690-1702, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcs20140658>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832015000601690&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 13 mai. 2019.

MARCHI, E. C. S.; SILVA, C. A.; SOUZA FILHO, J. L. de; ALVARENGA, M. A. R. Influência da adubação orgânica e material húmico sobre a produção de alface americana. **Anais.....IX Simpósio Nacional Cerrado: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Parlamundi, Brasília-DF, 12 a 17 out. 2008. Disponível em: http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio_pc210/trabalhos_pdf/00389_trab2_ap.pdf. 27 mai. 2019.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5^a aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. p. 143-168. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/2210868/5-aproximacao-recomendacao-para-o-uso-e-corretivos-e-fertilizante-em-minas-gerais>. 15 mar. 2019.

MELÉM JÚNIOR, N.J.; MAZZA, J.A.; DIAS, C.T.S.; BRISKE, E.G. Efeito de fertilizantes nitrogenados na acidificação de um Argissolo Vermelho amarelo latossólico distrófico cultivado com milho. **Amapá Ciência e Tecnologia**, Macapá, v.2, n.1, p. 75-89, 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124767/1/CPAF-AP-2001-Efeito-de-fertilizantes-nitrogenados.pdf>. 15 mar. 2019.

MORAIS, F.A.; GATIBONI, L.C. Phosphorus availability and microbial immobilization in a Nitisol with the application of mineral and organo-mineral fertilizers. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.87, p.2289-2299, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201520140008>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652015000502289. Acesso em: 13 mai. 2019.

MORAES, A. A.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H. Produção de repolho chato de quintal e da capuchinha jewel, solteiros e consorciados, sem e com cama-de-frango semidecomposta incorporada no solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.731-738, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000300020>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000300020&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 13 mai. 2019.

MOTTA, P. E. F. ; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; VAN RAIJ, B.; FURTINI NETO, A. E. ; LIMA, J. M. Adsorção e formas de fósforo em Latossolos: influência da mineralogia e histórico de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.349-359, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832002000200008>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832002000200008&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 13 mai. 2019.

NAKAYAMA, F. T.; PINHEIRO, G. A. S.; ZERBINI, E. F. Eficiência do Fertilizante Organomineral na Produtividade do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em Sistema de Semeadura Direta. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.9, n.7, p.122-138, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.17271/19800827972013551>. Disponível em: https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/551. Acesso em: 18 fev. 2019.

NARDIN, R. R. **Torta de filtro aplicada em Argissolo e seus efeitos agronômicos em duas variedades de cana-de-açúcar colhidas em duas épocas**. 2007. 39p., Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical, Tecnologia de Produção Agrícola) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2007.

NEUFELDT, H.; DA SILVA, J. E.; AYARZA, M. A.; ZECH, W. Land-use effects on phosphorus fractions in Cerrado oxisols. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 31, n. 1, p. 30-37, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1007/s003740050620>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s003740050620>. Acesso em: 21 mai. 2019.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa: 1999, 399p.

OLIVEIRA, F.L.; RIBAS, R.G.T.; JUNQUEIRA R.M.; PADOVAM, M.P.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D. Desempenho do consórcio entre repolho e rabanete com pré-cultivo de crotalária, sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**,

Brasília, v.23, p.184-188, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000200004>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362005000200004&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 03 jun. 2019.

OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C.; Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p. 36-40, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000100007>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362010000100007&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 17 mai. 2019.

OLIVEIRA, L. B.; ACCIOLY, A. M. A.; SANTOS, C. L. R.; FLORES, R. A.; BARBOSA, F. S. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.157-164, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n2/a05v18n2.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2019.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A.; ASSIS, R.L.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, p.17-25, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v46n1/03.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

PAULETTI, V.; LIMA, M.R.; BARCIK, C.; BITTENCOURT, A. Rendimento de grãos de milho e soja em uma sucessão cultural de oito anos sob diferentes sistemas de manejo de solo e de culturas. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.491 – 495, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782003000300015>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782003000300015&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 17 mai. 2019.

PEIXOTO FILHO, J.U.; FREIRE, M.B.G.S; FREIRE, F.J.; MIRANDA, M.F.A.; PESSOA, L.G.M.; KAMIMURA, K.M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.419-424, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000400010>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000400010&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 02 jun. 2019.

PEREIRA, M.G.; LOSS, A.; BEUTLER, S.J.; TORRES, J.L.R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.5, p.508-514, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000500010>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2010000500010. Acesso em: 03 jun. 2019.

PERIN, A.; CRUVINEL, D. A.; FERREIRA, H. S.; MELO, G. B.; LIMA, L. E.; ANDRADE, J. W. S. Decomposição da palhada e produção do repolho em sistema de plantio direto. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.8, p.153-159, 2015. Disponível em: <https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/760>. Acesso em: 03 jun. 2019.

QUEIROZ, A. A.; CRUVINEL, V. B.; FIGUEIREDO, K. M. E. Produção de alface americana em função da fertilização com organomineral. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.14, p.1053-106, 2017. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2017a/agrар/producao%20de%20alface.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2019.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1999, 359p.

RICCI, M.S.F.; CASALI, V.W.; CARDOSO, A.A.; RUIZ, H.A. Teores de nutrientes em duas cultivares de alface adubada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.8, p.1035-1039, 1995. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4394/1680>. Acesso em: 17 mai. 2019.

RODRIGUES, M. **Sistemas de manejo e a dinâmica das formas de fosforo e da fertilidade em solos de Cerrado**. 2014. 113p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

RODRIGUES, M.; PAVINATO, P. S.; WITHERS, P. J. A.; TELES, A. P. B.; HERRERA, W. F. B. Legacy phosphorus and no tillage agriculture in tropical oxisols of the Brazilian savanna. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 542, p. 1050-1061, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.118>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969715306197>. Acesso em: 03 jun. 2019.

ROLIM NETO, F. C.; SCHAEFER, C. E. G. R.; COSTA, L. M.; CORRÊA, M. M.; FERNANDES FILHO, E. I.; IBRAIMO, M. M. Adsorção de fósforo, superfície específica e atributos mineralógicos em solos desenvolvidos de rochas vulcânicas do Alto Paranaíba (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.6, p.953-964, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832004000600003>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832004000600003&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 18 abr. 2019.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Adubação**: resíduos alternativos. Brasília, DF: Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2007. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açúcar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html. Acesso em: 05 mai. 2019

SÁ, J.M.; JANTALIA, C.P.; TEIXEIRA, P.C.; POLIDORO, J.C.; BENITES, V.M.; ARAÚJO, A.P. Agronomic and P recovery efficiency of organomineral phosphate fertilizer from poultry litter in sandy and clayey soils. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.52, n.9, p.786-793, set. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2017000900011>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2017000900786. Acesso em: 15 mai. 2019.

SANTI, A.; SCARAMUZZA, W.L.M.P.; NEUHAUS, A.; DALLACORT, R.; KRAUSE, W.; TIEPO, R.C. Desempenho agronômico de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, n.2, p.338-343, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v31n2/27.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2019.

SANTOS, R.H.S.; SILVA, F.; CASALI, V.W.D.; CONDE, A.R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1395-1398, nov. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n11/6813.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2019.

SANTOS, A.F.; MENEZES, R.S.C.; FRAGA, V.S.; PÉREZ-MARINS, A.M. Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.12, p.1267–1272, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n12/03.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

SANTOS, D.H.; SILVA, M. de A.; TIRITAN, C.S.; FOLONI, J.S.S.; ECHER, F.R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, p.443-449, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n5/v15n5a02.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013, 353p.

SANTOS, E.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; PEDROSA, E.M.R.; SILVA, E.F.F. Crescimento e produção de repolho sob diferentes adubações na presença e ausência de cobertura morta em agricultura familiar. **Irriga**, Botucatu, v.21, n.1, p.74-89, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v21n1p74-89>. Disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1668>. Acesso em: 15 mai. 2019.

SCHNITZER, M. Soil organic matter – the next 75 years. **Soil Science**, Ontario , v.151, p. 41-58, 1991. Disponível em: https://journals.lww.com/soilsci/Abstract/1991/01000/Soil_Organic_Matter_the_Next_75_Years.8.aspx. Acesso em: 02 jun. 2019.

SILVA, F.C. (org.) **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**, Rio de Janeiro/Campinas: Embrapa Solos/Embrapa Informatica Agropecuária, 1999, 370p.

SILVA, L. O. D. **Influência de doses e modos de aplicação de fósforo e determinação da curva de acúmulo de nutrientes na cultura do repolho**. 53p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaiba, 2016.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. cap. 6, p. 275-374.

SILVA, A. L. P. Nutrição mineral de plantas e suas implicações na cultura do repolho para produção agrícola. **Encyclopédia Biosfera**, Goiânia, v.6, n.11, p.1-10, 2010. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/nutricao%20mineral.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

SILVA, K.S.; SANTOS, E.C.M.; BENETT, C.G.S.; LARANJEIRA, L.T.; EBERHARDT NETO, E.; COSTA, E. Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função

de doses de boro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, p.520-525, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v30n3/27.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2019.

SOUSA, R.T.X. Fertilizante organomineral pra produção de cana-de-açúcar. 2014. 87p., Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.147-168.

SOUSA, D. M. G.; REIN, T. A.; GOEDERT, W. J.; LOBATO, E.; NUNES, R. S. Fósforo. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes. Piracicaba: **International Plant Nutrition Institute**, Piracicaba, v. 2, p. 67- 132, 2010. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/3F77E1CD143BB9F283257A8F0060D281/\\$FILE/Page1-16-131.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/3F77E1CD143BB9F283257A8F0060D281/$FILE/Page1-16-131.pdf). Acesso em: 28 mai. 2019.

SOUSA, R. T. X.; HENRIQUE, H. M.; KORNDÖRFER, G. H. Teste de performance em híbridos de Milho com uso de Geofert em Santana de Vargem - MG. Uberlândia: Empresa Geociclo, Minas Gerais. 2012, 10p.

SOUSA, R.T.; DUARTE, I.N.; KORNDORFER, G.H.; HENRIQUE, H.M. Fontes mineral e orgânica de fosforo e disponibilidade desse nutriente para o solo. **Enciclopedia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.16, p.1196-1202, 2013. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/fontes%20mineral.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2019.

SOUZA, P.A.; NEGREIROS, M.Z.; MENEZES, J.B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G.L.F.M.; CARNEIRO, C.R; QUEIROGA, R.C.F. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p. 754-757, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000300013>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362005000300013&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 15 mai. 2019.

SOUZA, A. P.; LIMA, M. E.; CARVALHO, D. F.; ANDRADE, I. P. S.; ROCHA, H. S.; SILVA, L. B. D. Umidade do solo e vegetação em diferentes coberturas mortas submetidas a lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p.127-139, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i1a668>. Disponível em: http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v6i1a668&path%5B%5D=3707. Acesso em: 01 jun. 2019.

STEVENSON, F.J. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, 1994, 512p.

STORCK, C.R.; NUNES, G.L.; OLIVEIRA, B.B.; BASSO, C. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, p.537-543, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n3/a8413cr6971.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.

TEIXEIRA, W. G. **Biodisponibilidade de fósforo e potássio provenientes de fertilizantes mineral e organomineral.** 2013. 115p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2013.

TEJADA, M.; BENITEZ, C.; GONZALEZ, J. L. Effects of application of two organomineral fertilizers on nutrient leaching losses and wheat crop. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, p.960-967, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2004.0092>. Disponível em: http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v6i1a668&path%5B%5D=3707. Acesso em: 01 jun. 2019.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Produção e decomposição de resíduos culturais antecedendo milho e soja num Latossolo no cerrado mineiro. **Comunicata Scientiae**, Piauí, v.5, p.419-426, 2014. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v5i4.508>. Disponível em: <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/508>. Acesso em: 01 jun. 2019.

TORRES J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.421-428, 2008. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/70/6712>. Acesso em: 01 jun. 2019.

TORRES, J. L. R.; ARAUJO, A. S.; BARRETO, A. C.; SILVA NETO, O. F.; SILVA, V. R.; VIEIRA, D. M. S. Desenvolvimento e produtividade da couve-flor e repolho influenciados por tipos de cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.33, n.4, p. 510-514, 2015a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000400017>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362015000400510&Lang=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 01 jun. 2019.

TORRES, J. L. R.; ARAÚJO, A. S.; GASPARINI, B. D.; SILVA, V. R.; BARRETO, A. C.; TAMBURÚS, A. Y.; VIEIRA, D. M. S. Desempenho da alface americana e do repolho sobre diferentes resíduos vegetais. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.08, n.02, p.105 – 113, 2015b. Disponível em: <https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/693/466>. Acesso em: 03 jun. 2019.

TORRES, J. L. R.; GOMES, F. R. C.; BARRETO, A. C.; TAMBURÚS, A. Y.; VIEIRA, D. M. S.; SOUZA, Z. M.; MAZETTO JÚNIOR, J. C. Application of different cover crops and mineral fertilizer doses for no-till cultivation of broccoli, cauliflower and cabbage. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v.11, n.10, p.1339-1345, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.17.11.10.pne645>. Disponível em: <https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=404905856447407;res=IELHSS>. Acesso em: 01 jun. 2019.

TRANI, P. E. **Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido.** Campinas: IAC, 2014. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/79.pdf. Acesso: 08 mai. 2019.

VALLADARES, G. S.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. Phosphate sorption in low activity clay soils. **Bragantia**, Campinas, v.62, p.111-118, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052003000100014>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052003000100014. Acesso em: 01 jun. 2019.

VARGAS, T.O.; DINIZ, E.R.; SANTOS, R.H.S.; LIMA, C.T.A.; URQUIAGA, S.; CECON, P.R. Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p.562-568, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000400020>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362011000400020&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: 02 jun. 2019.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T. M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, Amsterdam, v.79, n.1-4, p.117-161, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(97\)00040-2](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(97)00040-2). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706197000402>. Acesso em: 03 jun. 2019.