



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



GABRIEL ROBERTO ROMANO LEVRERO

**EFEITO DO TIPO DE FERTILIZANTE NA PRODUTIVIDADE E
COMPOSIÇÃO MINERAL EM COUVE CRESPA**

Araras - 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



GABRIEL ROBERTO ROMANO LEVRERO

**EFEITO DO TIPO DE FERTILIZANTE NA PRODUTIVIDADE E
COMPOSIÇÃO MINERAL EM COUVE DE FOLHA CRESPA**

Trabalho final de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marta Regina Verruma Bernardi

Araras – 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por permitir a conclusão de mais uma etapa em minha vida.

À todos os meus familiares, em especial, ao meu pai Clorivaldo Roberto Levrero por me apresentar a tão nobre profissão e por todos os valores e ensinamentos profissionais e pessoais, aos quais também sou grato a minha mãe Ana Claudia Romano Levrero. Agradeço também à minha eterna namorada Tathiana Ruscito von Schmidt, à minha filha Clara von Schmidt Levrero e irmãos Guilherme Eduardo Romano Levrero e Sthefany Vitoria Romano Levrero, por todo amor carinho, apoio e incentivo.

À profa. Marta Regina Verruma Bernardi, pela orientação, dedicação, ensino, paciência e amizade no desenvolvimento do trabalho. Aos professores Fernando Cesar Sala, Victor Augusto Forti e Simone D. Sartorio de Medeiros, pelo apoio, dedicação e ensinamentos.

À Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias – *Campus* Araras, pela oportunidade de ter ingressado no Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica. Ao Laboratório de Horticultura, CCA/UFSCar; Embrapa instrumentação, São Carlos; Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos; Laboratório de Genética Molecular/UFSCar.

Aos amigos e companheiros de estudo: Lucas Minto, Vitor Barbosa, Murilo Pinto, Leonardo Henrique, Aline Gomes, e a todos os demais que participaram desta jornada, por toda ajuda e companheirismo ao longo desses anos. Agradeço também a todos aqueles que me ajudaram no desenvolvimento deste experimento em especial Daniela Martins Pimenta e Eduardo Amaral.

Este trabalho faz parte do projeto - Avaliação agrônômica, físico-química e sensorial da couve-de-folha crespa (*Kale*) (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) produzida em diferentes cultivos - Processo Proex/UFSCar nº 23112.003910/2018-10, com apoio da Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal e parceria com o Laboratório de Horticultura, CCA/UFSCar; Embrapa instrumentação; Embrapa Pecuária Sudeste; Laboratório de Genética Molecular, CCA/UFSCar.

Os dados da primeira colheita (produtividade) foram coletados em parceria com o projeto de dissertação da aluna Daniella Martins Pimenta - PPGDR/UFSCar (bolsista CAPES, Código de Financiamento 001). Resultados parciais deste estudo serão publicados na Revista de Horticultura Brasileira, v.39, n.1, 2021 (artigo aceito).

Sumário

RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVOS	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. Couve-de-folha (<i>Kale</i>) e seu cultivo	5
3.2. Fertilizantes	6
3.2.1. Classificação dos fertilizantes	6
3.2.2. Aplicação de fertilizantes em couve	9
3.2.3. Efeito dos fertilizantes na qualidade de hortaliças	9
4. MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1. Características do experimento	12
4.2. Avaliação da produtividade	13
4.3. Análise de minerais	13
4.4. Análise estatística	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5.1. Produtividade	15
5.2. Análise de minerais	17
6. CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

RESUMO

A couve é uma hortaliça de elevado valor nutricional e adubações balanceadas são essenciais para garantir alta produtividade e qualidade de produtos agrícolas. A couve-de-folha crespa (*Kale*), menos conhecida do que a de folha lisa, é benéfica para consumo, todavia, pouco se conhece sobre a influência do tipo de adubação nas características nutricionais. O objetivo do estudo foi avaliar a influência de fertilizantes na produtividade e composição mineral da couve de folha crespa, híbrido Darkibor. Os tratamentos foram quatro fontes de adubos orgânicos, sendo uma delas um organomineral e o controle, sem adubação. A maior produtividade foi observada para as couves submetidas ao tratamento com adubo organomineral em todas as colheitas realizadas. Os fertilizantes utilizados possibilitaram produzir couve de folha crespa com adequada composição mineral.

Palavras-chave: *Kale*, fertilizante orgânico, organomineral, *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, cor, análise foliar.

1. INTRODUÇÃO

A couve faz parte da alimentação humana desde as primeiras civilizações, como os cartagineses, que já a consumiam. Na Roma antiga e idade Média, século XII, fazia parte do cardápio das classes mais desfavorecidas como os camponeses na forma de acompanhamento de sopas, passando a ser consumida apenas por volta do século XVII pela burguesia e outras classes (FLANDRIN; MONTANARI, 1988).

A domesticação da planta foi a origem das variedades cultivadas e comercializadas atualmente, por meio da seleção dos órgãos de interesse como hipocótilo aumentado para *khol-rabi*, pecíolo carnoso da couve-de-folhas, botões laterais para couve de Bruxelas, meristemas florais para a couve-flor e a inflorescência para os brócolis (MARGALÉ et al., 1995).

É uma hortaliça de porte arbustivo, com caule carnoso robusto, ereto e cilíndrico e liso, variando em altura entre 40 e 120 cm. Durante o desenvolver da planta ocorre a emissão contínua de folhas novas em sua região apical, que são caracterizadas por serem espessas, pecioladas, pouco carnosas e por estarem dispostas no caule na forma de roseta (SOUZA, 1983). Faz parte de um grupo de plantas que apresenta grande diversidade de formas e tamanhos, cores e sabores, capazes de produzir grandes quantidades por unidade de área, além do seu elevado teor nutricional (AMORIM, 1987).

Segundo Trani et al. (2015) e Novo et al. (2010) as couves de folha apresentam maiores valores de fibras, cálcio, ferro, iodo, proteínas, carboidratos, vitaminas A e C e niacina quando comparadas à outras hortaliças folhosas. Entre as variedades de couve está a couve-de-folha crespa, também conhecida como *Kale*, que apresenta folhas crespas e é caracterizada por sua robustez, tonalidade verde escuro com folhas e hastes fibrosas e frisadas, rica em vitaminas, minerais e antioxidantes (OLSEN et al., 2009).

Gunnars (2018) descreveu que de acordo com as recomendações diárias de um indivíduo, 67 gramas da couve crespa fornecem 206% de vitamina A (*beta*-caroteno) 684% de vitamina K, 134% de vitamina C, 9% de vitamina B₆, 26% de manganês, 9% de cálcio, 10% de cobre, 9% de potássio, 6% de magnésio e também contém ainda as vitaminas B₁, B₂, B₃ e ferro e fósforo. Segundo o mesmo, a couve crespa possui 33 calorias, 6 gramas de carboidratos, 2 gramas fibras e 3 de proteína. O consumo desta

hortaliça vem aumentando gradativamente devido a evolução das descobertas científicas em relação as suas propriedades nutricionais e inovações dentro da área da gastronomia.

Para Isherwood (2000), os fertilizantes são os responsáveis por um terço da produção de alimentos, podendo chegar a ser insumo responsável por cerca de metade da produção nacional. O aumento de produtividade proveniente de seu uso proporciona proteção de milhares de hectares de florestas nativas e suas respectivas faunas.

Os fertilizantes são detalhados e caracterizados no país pela lei nº 6.894 de 1980, decreto nº 8.384 de 2014 (BRASIL, 2014), classificados em minerais ou orgânicos onde dentro da última classificação encontram-se os fertilizantes organominerais. Os fertilizantes orgânicos e organominerais recebem uma subclassificação quanto a origem e composição desta matéria-prima (BRASIL, 2020).

De acordo com Kiehl (2008), a pratica da adubação orgânica é antiga e ocorria através do uso de esterco, camas animais, restos de culturas e demais fontes orgânicas. Através da adubação orgânica é possível aumentar a fertilidade, biodiversidade e produtividade de hortaliças (FINATTO et al., 2013) e melhorar suas características sensoriais em relação aos cultivos de uso exclusivo de fertilizantes minerais (SILVA et al., 2011).

Durante a decomposição da matéria orgânica ocorre a liberação de macronutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S) além de micronutrientes e elevar a capacidade de troca catiônica (CTC) e retenção de água pelo solo. Para Costa et al. (2013), os fertilizantes orgânicos proporcionam maior sustentabilidade e estabilidade de produção por influenciarem diretamente atributos físicos, biológicos e químicos do solo. Para Ciancio (2010), fertilizantes orgânicos destacam-se em comparação aos fertilizantes minerais, pela disponibilização dos nutrientes exigidos pela cultura ao longo do seu ciclo, se tornando uma opção de baixo custo que permite uma economia no uso de fertilizantes minerais.

De acordo com Brum et al. (2013), fertilizantes minerais apresentam benefícios devido suas formulações de alta concentração, mas se utilizados de maneira inadequada, ou seja, não levando em consideração os fatores nutricionais do solo e da planta, podem se tornar agentes causais de danos ambientais, tanto no solo de cultivo quanto nos recursos hídricos.

Os fertilizantes orgânicos podem ser misturados com os fertilizantes minerais, dando origem aos fertilizantes organominerais (KIEHL, 2008). Estes fertilizantes apresentam maior eficiência que aplicação separada de suas duas frações, trazendo

ótimos resultados para aqueles que o utilizam (LUZ et al., 2010). A integração entre as partes resulta em um melhor aproveitamento da fração mineral, uma vez que a matéria orgânica exerce a função de condicionadora de solo para a outra parte (KIEHL, 2008).

Em estudo realizado por Duarte et al. (2013) e Damatto Junior et al. (2013) com o uso do fertilizante organomineral, foi possível obter a mesma produtividade que a aplicação exclusiva do fertilizante mineral, porém com 60% de redução no uso de nutrientes. Segundo Rabelo (2015) estudos que visam esclarecer e revelar a eficiência dos organominerais são fundamentais para retratar e quantificar os benefícios proporcionados pela sua utilização.

Para tanto, um dos principais desafios a serem superados é a manutenção ou aumento da biodiversidade dos agroecossistemas e a adoção de tecnologias para o manejo ecológico do solo para uma boa fertilidade do sistema e nutrição da planta.

2. OBJETIVOS

O trabalho teve como objetivos avaliar a influência dos fertilizantes orgânicos na produtividade e composição mineral da couve-de-folha crespa (*Kale*), híbrido Darkibor.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Couve-de-folha (*Kale*) e seu cultivo

A couve-de-folhas (*Brassica oleracea* var. *acephala*) é uma das formas mais antigas da família Brassicaceae utilizada como alimento desde 2.000 a.C., com origem no leste do mediterrâneo (OKUMUS, 2007). De acordo com Novo et al. (2010), todas as variedades de couve-de-folhas compartilham o porte ereto, variações de altura e recobrimento do solo.

As hortaliças folhosas são caracterizadas por conter fibras, minerais e vitaminas sendo, portanto, importantes componentes de uma alimentação saudável e equilibrada (ISASA, 2006). Segundo Novo et al. (2010), dentre todas, a couve-de-folhas tem destaque por apresentar maiores teores de proteínas, carboidratos, cálcio, fibras e vitaminas.

Dentre as variedades existentes de *Brassica oleracea* var. *acephala* está a couve-de-folhas crespas, também conhecida como *Kale* (*Brassica oleracea* var. *sabellica*), planta robusta de tonalidade verde escuro, folhas e hastes fibrosas com característica frisada, rica em vitaminas, minerais e compostos antioxidantes, incluindo os flavonoides (OLSEN et al., 2009). De acordo com a USDA (2016) e NEPA (2006), tanto a couve-manteiga quanto a *Kale* são fontes de minerais, proteínas e fibras, porém a *Kale* apresenta concentrações maiores 31, 16 e 48%, respectivamente. Em seu trabalho Gunnars (2018), constatou que ao consumir 67g da folha da couve crespa, ingere-se, grande diversidade e quantidade de nutrientes e vitaminas importantes na nutrição humana, tais como, cálcio, potássio, magnésio e vitaminas A, C e K correspondendo, respectivamente a 9, 9, 6, 206, 134 e 684% da ingestão diária recomendada.

Em relatório divulgado pela FDC (2020), 100g de couve *Kale* crua contém 84,4g de água, 4,28g de proteína, 8,75g de carboidratos, 3,6g de fibra e 49 kcal. Para a couve manteiga, em 100g, tem-se 89,6g de água, 3g de proteína, 5,4g de carboidratos, 4g de fibra e 32 kcal (EPM, 2014).

Segundo Filgueira (2008), por ser uma cultura típica de inverno, seu melhor desenvolvimento se dá em temperaturas amenas, de 16 a 22°C, contudo a mesma apresenta certa tolerância a temperaturas um pouco mais elevadas, permitindo, em alguns locais, o cultivo durante o ano todo. De acordo com Sikora e Bodziarczyk (2012), a *Kale* apresenta elevada exigência por água, mas ao mesmo tempo é resistente a seca e também a geada, esta que proporciona melhor sabor devido ao acúmulo de

açúcares e proteínas após o congelamento. Para Vilar et al. (2008) esta espécie apresenta alta adaptabilidade a diferentes condições ambientais, sendo assim uma cultura rústica.

A *Kale* tem seu cultivo mais consolidado e maior demanda de consumo na Alemanha, norte e centro da Europa, norte da África, Estados Unidos e em alguns locais da América do Sul, por possuírem temperatura mais amena (ZIETZ et al., 2010). A aparência das hortaliças folhosas é um fator muito importante no momento da compra pelo consumidor. De acordo com Novo et al. (2010), a couve-manteiga é a que apresenta maior aceitação no estado de São Paulo, por apresentarem folhas tenras, lisas e coloração verde-clara. Contudo Noboa et al. (2019) constataram, mediante análise sensorial, que não houve diferença significativa quanto ao gosto doce, preferência e intenção de compra ao comparar híbridos de couve crespa com um híbrido de couve-manteiga, fato que evidencia boa aceitação da mesma pelo mercado brasileiro.

De acordo com Furlani e Purqueiro (2010), a produção de hortaliças ocorre em sistemas de produção intensiva que demanda de grande quantidade de recursos humanos e insumos onde se faz necessário a adoção de tecnologias com a finalidade de melhorar a adubação e nutrição das mesmas.

3.2. Fertilizantes

3.2.1. Classificação dos fertilizantes

Segundo o Decreto nº 4.954 de 2004 Art. 2º (BRASIL, 2004), o adubo é uma substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes de plantas.

A adubação é uma prática antiga que ocorre desde 8.000 a.C. com o uso de resíduos animais e vegetais, esterco humano e húmus dos rios formado por sedimentos depositados das cheias (DIAS, 2005).

De acordo com a lei nº 6.894 de 1980, decreto nº 8.384 de 2014 (BRASIL, 2014) onde encontram-se detalhadas as definições de fertilizantes, existem duas diferentes classes: minerais e orgânicos e dentro desta última encontram-se os organominerais.

Os fertilizantes orgânicos compostos são constituídos por produtos de origem orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou

controlado, a partir de matérias primas industriais, rurais ou urbanas, vegetal ou animal enriquecido ou não com nutrientes minerais (BRASIL, 2014).

Segundo Brasil (2020), os fertilizantes orgânicos e organominerais recebem uma subclassificação quanto a origem e composição desta matéria-prima:

- Classe A: que engloba matérias primas oriundas de atividades extrativas, agropecuárias, industriais, agroindustriais e comerciais, seja de origem animal, vegetal, mineral, lodos industriais e agroindustriais aprovados pelo Órgão Ambiental, resíduos e restos de alimentos gerados pré e pós-consumo, isentos de despejos ou contaminantes sanitários;
- Classe B: tem como base matérias primas orgânicas geradas de atividades urbanas, industriais e agroindustriais, incluindo resíduos orgânicos de coleta convencional, lodos de esgotos de estações de tratamento, lodos industriais e agroindustriais que contenham qualquer quantidade de despejos ou contaminantes sanitários, com uso autorizado pelo Órgão Ambiental.

O uso de fertilizantes minerais é de extrema importância para a manutenção dos nutrientes essenciais a plantas presentes no solo, contudo sua aplicação sem critérios acarreta em diversos problemas, entre eles, ambientais e econômicos (SERRANO et al., 2014). Quase todas as hortaliças apresentam uma grande demanda por nutrientes em um curto tempo, esta necessidade é suprida na maioria das vezes através do uso de fertilizantes minerais (DINIZ et al., 2007).

Segundo Kiehl (2008), a prática da adubação orgânica é de conhecimento dos agricultores há muito tempo através do uso de esterco, camas animais, restos culturais e outras fontes. Através da mesma é possível aumentar a fertilidade e biodiversidade do solo e a produtividade das hortaliças (FINATTO et al., 2013), além de melhorar características sensoriais em relação ao cultivo adubado exclusivamente com fertilizante mineral (SILVA et al., 2011). Além dos benefícios supracitados, os fertilizantes orgânicos apresentam disponibilização mais lenta em relação aos minerais, fornecendo nutrientes ao longo do ciclo da cultura sendo, portanto, uma opção de fertilizante de baixo custo (CIANCIO, 2010). Durante a decomposição da matéria orgânica deste tipo de fertilizante ocorre a liberação de macronutrientes como N, P, S e micronutrientes.

De acordo com Costa et al. (2013), o fertilizante orgânico, além de fonte de nutrientes, pode influenciar nos parâmetros físicos, químicos, e biológicos do solo, proporcionando maior estabilidade e sustentabilidade no cultivo. Em estudo realizado por Zago et al. (1999) foi constatado que os teores de nitrato presentes no limbo foliar

em plantas adubadas exclusivamente com esterco foram menores que os teores encontrados para plantas que receberam complemento ou apenas a aplicação de ureia, que atingiram os valores máximos de ingestão estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) com uma porção de apenas 200g da planta, contra 2,7kg que precisariam ser ingeridos da mesma planta adubada apenas com esterco.

Para que o uso de esterco, uma das matérias primas de fertilizantes orgânicos, seja eficiente é necessário conhecimento sobre a dinâmica de mineralização dos nutrientes para sincronizar a disponibilidade dos mesmos com a demanda das plantas afim de evitar a mineralização destes nutrientes em períodos de baixa demanda (PEIXOTO, 2013). De acordo com Cividanes et al. (2020) o uso do fertilizante orgânico resultou em menor incidência de pragas, possibilitando menor uso de inseticidas durante o ciclo da couve-de-folhas.

No Brasil e em outros países de clima tropical onde são encontrados solos mais intemperizados, a adição de matéria orgânica ajuda na infiltração e armazenamento de água, retenção de nutrientes e na estruturação física do solo (CRUZ et al., 2017; UYOVISERE et al., 2000).

A aplicação do fertilizante orgânico na cultura da couve-de-folhas durante seu ciclo demonstrou ter uma influência positiva no desenvolvimento das plantas (RAMOS, 2019).

Quando realizada a mistura física ou combinação das duas classes descritas acima, orgânica e mineral, o produto resultante recebe a nomenclatura de organomineral, para tal estas misturas precisam apresentar concentração mínima de macronutrientes, micronutrientes e de carbono orgânico (SILVA, 2016).

De acordo com Benites et al. (2010), este tipo de fertilizante apresenta diversas vantagens em relação a adubação mineral, orgânica e a aplicação de resíduos in natura, pois proporcionam aproveitamento de resíduos de outros sistemas de produção e um melhor aproveitamento das jazidas minerais e todos os recursos industriais utilizados na cadeia de produção e obtenção dos mesmos, porque sua fração orgânica oferece melhores condições de disponibilização e armazenamento destes nutrientes, diminuindo suas perdas por lixiviação, volatilização e interações com o solo permitindo o uso de um volume menor da fração mineral para obter a mesma produção.

3.2.2. Aplicação de fertilizantes em couve

O uso do fertilizante orgânico proporciona, além dos benefícios supracitados, maior estabilidade térmica do solo e atividade microbiana, mas para suprir a demanda nutricional das plantas é necessário um grande volume do mesmo, sendo isto um grande problema para sua utilização (PIMENTEL et al., 2009). Já o uso de fertilizantes minerais traz benefícios por apresentar elevadas concentrações de nutrientes, mas se utilizado de maneira inadequada e prolongada pode danificar as propriedades químicas e biológicas do solo acarretando em estresse para as plantas, perdas dos nutrientes e elevando o custo adubação (BRUM et al., 2013).

De acordo com Mitrea (2009) citado por Balcão et al. (2012), concluiu que o uso de esterco bovino acarretou em uma diferença positiva de produtividade, com ganho de peso e número de folhas na *Kale*. Os mesmos também observaram ganhos de 8% no tamanho de planta para a variedade *Winterbor* e de 7% para variedade *Redbor* com uso de parcelado de esterco de frango, ambas as fontes comparadas ao tratamento sem fertilizante.

Para Karungi et al. (2010) os ácidos húmicos podem promover o crescimento da planta e elevar a qualidade do solo e a dinâmica dos microrganismos. Os mesmos pesquisadores verificaram também que vegetais como couve-de-folhas, couve-flor, e tomate tem o estresse do transplântio reduzido e crescimento inicial acelerado devido a esta substância.

O uso integrado de fertilizantes químicos e orgânicos é uma maneira efetiva de aumentar a produtividade e economizar fertilizantes minerais como comprova Duarte et al. (2013) que com a aplicação de 38% de nutrientes através do organomineral obteve produtividades iguais a aplicação de 100% dos nutrientes via fertilizantes minerais apresentando, portanto, benefícios dos fertilizantes minerais e orgânicos compensando suas respectivas limitações.

Estudo realizado por Ojetayo et al. (2011) na Nigéria a liberação rápida da fração mineral e a gradual da fração orgânica no fertilizante organomineral proporcionaram aumento na concentração de Ca, Mg e K na couve e que os teores nutricionais permaneceram bons no pós colheita.

3.2.3. Efeito dos fertilizantes na qualidade de hortaliças

Desde o início da agricultura já era percebido por nossos antepassados a necessidade e a importância de cultivar o alimento em solos mais férteis, seja este naturalmente fértil ou enriquecido de alguma maneira pelo homem. A percepção de adicionar esterco ou cultivar em áreas que permaneciam temporariamente alagadas era inconscientemente uma maneira de repor nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas. O avanço da ciência tornou possível a quantificação dos teores de nutrientes presentes nos solos e nas plantas, assim como os teores mínimos necessários para que a mesma cresça e produza adequadamente e a quantidade extraída do solo durante um ciclo de cultivo.

De acordo com Faquim (2014), a exigência nutricional de macronutrientes da couve-de-folhas se dá na seguinte ordem: N>K>Ca>Mg>S>P. O nitrogênio atua nas plantas como componente estrutural de macromoléculas e constituinte de enzimas, dá origem a aminoácidos e proteínas e é precursor de hormônios e auxiliam a formação da clorofila. A falta do nitrogênio causa clorose, que se inicia nas folhas mais velhas e afetando a qualidade, além de limitar o desenvolvimento vegetativo da planta e comprometer a comercialização da folha. O segundo elemento de maior demanda pela couve é o potássio, este é responsável pela ativação enzimática, osmoregulação, fotossíntese e transporte de carboidratos. Desempenha importante papel na síntese de proteínas e amido. Sua falta causa clorose nas folhas mais velhas e posterior necrose das pontas e margens. O terceiro elemento é o cálcio, importante componente estrutural da parede celular e utilizado também para o alongamento e multiplicação das células. A sua falta interfere no desenvolvimento de raízes e folhas, causando deformações em órgãos jovens e podendo causar a morte apical. Em quarto lugar na escala decrescente de macronutrientes demandados pela couve está o magnésio, importante constituinte da clorofila, desempenhando papel essencial na fotossíntese e síntese de macromoléculas como carboidratos, lipídios e proteínas. A falta deste nutriente é apresentada nas folhas mais velhas como uma clorose internerval. O quinto nutriente é o enxofre, responsável pela ativação de enzimas como a uréase e a coenzima A, além de estar presente em todas as proteínas como elemento estabilizador. Na sua falta as folhas assumem coloração alaranjada. O elemento demandado em menor quantidade é o fósforo, essencial componente do ATP. Na sua falta o desenvolvimento da planta é limitado, podendo as folhas assumirem coloração arroxeada.

Segundo Groenbaek et al. (2014), a variação da disponibilidade e quantidade do nitrogênio e enxofre interfere, além do visual, nos teores de fitoquímicos presentes em

couve-de-folha. De acordo com o autor, verificou-se que o aumento das doses aplicadas de enxofre proporcionou aumento nos teores de glucosinato e maiores doses de nitrogênio proporcionaram aumento na concentração do glucosinato indol e kaempferol, fitoquímicos associados ao sabor amargo e textura da couve, com propriedades anticancerígenas e antioxidante.

Dunsin et al. (2017) concluíram em seu trabalho que a aplicação de biochar, matéria orgânica vegetal que sofre processo de pirolise, em cultivo da couve, associado ou não ao fertilizante mineral, proporcionou maiores teores nutricionais, principalmente da vitamina C e proteínas.

Em estudo realizado por Shingo e Ventura (2009) foi constatado que os tratamentos orgânicos que utilizaram como fonte de nutrientes bokashi, húmus e casca de arroz carbonizada, ácido pirolenhoso apresentaram desenvolvimento semelhante a testemunha, adubada com fertilizante mineral, mas com porcentagens significativamente maiores de matéria seca, indicando maiores concentrações de minerais nas plantas tratadas com fontes nutricionais alternativas.

De acordo com Oliveira et al. (2010) as hortaliças folhosas respondem muito bem a adubações de origem orgânica, proporcionando redução de custos e produto de melhor qualidade. A presença da matéria orgânica proporciona, através das atividades microbianas saprofíticas dos microrganismos presentes na fração orgânica, condições para que fosfatos insolúveis tendam a se tornar disponíveis (BRANCO et al., 2001).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Características do experimento

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, Araras-SP. A latitude do local é 22°21'25" Sul, longitude 47°23'03" Oeste e altitude 646m, região caracterizada com inverno seco e verão chuvoso. O experimento ocorreu entre abril e setembro de 2019 e a Figura 1 é mostra o volume acumulado de chuva e temperatura média ao longo do experimento.

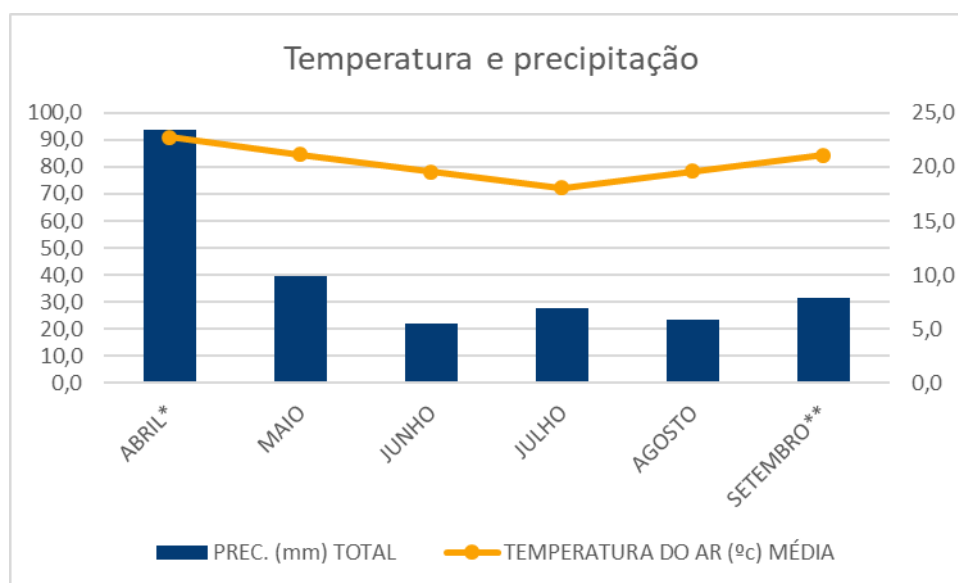


Figura 1. Pluviosidade acumulada e temperatura média mensal. A partir de *07/04/2020 a **08/09/2020. Fonte: Estação meteorológica automática – UFSCar – Araras, SP.

O solo utilizado foi do tipo Latossolo Vermelho, apresentando as características: pH (CaCl₂) = 5,7; matéria orgânica = 33 g dm⁻³; P = 7 mg dm⁻³; K = 6,9 mmol dm⁻³; Ca²⁺ = 68 mmol dm⁻³; Mg = 15 mmol dm⁻³; Al = 0,5 mmol dm⁻³; H+Al = 21 mmol dm⁻³; CTC = 110,9 mmol dm⁻³; Fe = 43 mg dm⁻³; Mn = 23,9 mmol dm⁻³; Zn = 4,6 mmol dm⁻³ e Cu = 3,9 mmol dm⁻³.

A couve utilizada no estudo foi a de folha de couve crespa - *Kale (Brassica oleracea var. acephala*, híbrido Darkibor). As mudas foram produzidas em bandejas com substrato comercial e aos 30 dias após a germinação foram transplantadas para as parcelas experimentais no campo com irrigação realizada por aspersão. O espaçamento utilizado foi 50 x 50 cm entre linhas e plantas mantendo cada parcela experimental com um total de 10 plantas numa área de 12 m². O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições e cinco tratamentos (fertilizantes e testemunha) (Tabela 1).

As quantidades dos fertilizantes utilizadas foram definidas de acordo com a característica química do solo e baseado nas exigências do NPK em adubação de plantio e de cobertura (TRANI et al., 2015). A adubação de plantio foi realizada uma semana antes do plantio priorizando o fornecimento de P e a de cobertura foi realizada quinzenalmente priorizando o fornecimento de N, totalizando dez aplicações de cobertura.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos e quantidades de fertilizantes aplicadas nas parcelas experimentais em couve-de-folhas crespa.

Tratamento	Classificação*	Composição**	Quantidade de fertilizante (kg por parcela)		Proporção N:P:K
			Plantio	Cobertura	
A	Controle	Sem adição de fertilizante	0	0	0
B	Organomineral (classe A)	Composto orgânico de materiais do reaproveitamento e reciclagem de resíduos gerados pelas agroindústrias, macro e micronutrientes minerais	0,7		3,82:16,2:4,32 (1:4,24:1,13)
				0,05	14:00:14 (1:0:1)
C	Orgânico 1 (classe A)	Composto de cama aviária de galinha, farinha de ossos, resíduos industriais de abatedouro e alimentos e outros resíduos industriais	2,3	0,2	3,24:4,40:3,34 (1:1,35:1,03)
D	Orgânico 2 (classe B)	Composto de lodo de esgoto	4,7	0,31	2,32:2,43:1,27 (1:1,04:0,55)
E	Orgânico 3 (classe A)	Composto de torta de filtro de cana-de-açúcar	2,3	0,34	2,54:3,00:0,26 (1:1,18:0,10)

*Brasil (2020) **informações descritas na rotulagem.

4.2. Avaliação da produtividade

A produtividade das couves foi avaliada por quatro colheitas que foram realizadas aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio. Para mensurar a produtividade, foram colhidas todas as folhas de todas as plantas das parcelas, descartando-se as folhas em estado de senescência ou com lesões de doenças e mantendo-se as folhas jovens da parte apical. As folhas colhidas foram contadas e pesadas.

4.3. Análise de minerais

As análises foliares de minerais foram realizadas aos 60, 90 e 120 dias após o

plantio, sendo selecionadas a terceira ou a quarta folha completamente desenvolvida, no sentido do ápice para a base da planta (TRANI et al., 2015) das quatro plantas centrais.

Para a determinação dos minerais (potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco) e contaminantes (arsênio, cádmio, cromo e chumbo), 0,5 g de cada amostra foram digeridos em ácido nítrico-perclórico (7 mL). Após digestão, as amostras foram diluídas para 25 ml com água deionizada e armazenadas em tubos de plástico a temperatura ambiente. A composição mineral e os contaminantes foram analisados por espectrometria de emissão ótica por plasma acoplada indutivamente (ICP-AES, Varian[®]). As análises de nitrogênio foram realizadas por Kjeldhal em extrato de ácido sulfúrico quente (NOGUEIRA et al., 2005).

4.4. Análise estatística

Para os minerais avaliados (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn), a ANOVA foi aplicada considerando blocos inteiramente casualizados com cinco tratamentos (A, B, C, D e E). Para a produtividade o delineamento considerado foi o de parcelas subdivididas em blocos casualizados com quatro repetições, tendo como tratamento principal as quatro colheitas (60, 90, 120, 150 dias) e quatro tratamentos secundários, correspondentes aos fertilizantes utilizados (A, B, C, D, E). Quando necessário, aplicou-se o teste de comparação de médias de *Scott-Knott* ou análise de regressão. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R (R, 2020), considerando um nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Produtividade

Em relação a produtividade, a interação foi significativa entre o tempo e tratamento, indicando que esses fatores são dependentes. Avaliando os desdobramentos (Tabela 2 e Figura 2), houve aumento significativo da produtividade de couve-de-folha crespa com o fornecimento da fonte organomineral (B) nas quatro colheitas analisadas, apresentando as maiores médias.

Tabela 2. Médias (m) e desvio padrão (sd) da produção de massa fresca (kg.ha⁻¹) de cada tratamento em relação ao tempo avaliado.

DAP	Tratamentos									
	A		B		C		D		E	
	controle		organomineral		orgânico		orgânico		orgânico	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
60	27419.9d	524.8	36698.7a	1286.0	28997.3c	1653.8	33766.7b	1040.1	23297.6e	791.6
90	23330.6b	882.9	26199.2a	1359.7	22807.9b	959.9	21210.0c	526.9	23985.0b	773.6
120	18369.6b	718.6	22922.0a	1235.6	18764.7b	215.8	18515.6b	374.1	18381.3b	351.8
150	18599.0c	1111.2	22428.5a	1071.3	19873.3b	1160.0	19702.8b	1518.3	20482.6b	1598.3

Médias seguidas na horizontal por letras distintas nas linhas diferem ($p \leq 0,05$) pelo teste de Scott-Knott. DAP = dias após o plantio. $CV_{parcela} = 3.3198\%$; $CV_{subparcela} = 3.9071\%$.

Na primeira colheita (60 dias) todos os tratamentos diferiram ($p \leq 0,05$) entre si, onde o controle (A) apresentou a segunda menor média de produção de massa fresca, sendo maior apenas que o fertilizante orgânico E (composto vinhaça).

Aos 90 dias o fertilizante orgânico D (composto lodo) apresentou a menor média de produção de massa fresca, e os fertilizantes orgânicos C e E foram semelhantes ao controle (A). Para a colheita (120 dias), o fertilizante organomineral foi superior a todos os demais. A não diferenciação e decréscimo de produção, em alguns casos, quando comparados os tratamentos orgânicos e a testemunha durante as três primeiras colheitas pode ser explicada pela elevada fertilidade natural do solo, que supriu a demanda nutricional da cultura, fato também observado por Zeich et al. (2014), que constatou ganhos nas características agrônômicas de alface cultivado com fertilizante orgânico apenas no segundo ciclo de cultivo. Os adubos orgânicos contribuem de acordo com o grau de decomposição e mineralização dos seus resíduos, que ocorre em velocidades diferentes para as diferentes fontes, causando interferência direta na disponibilização destes para as plantas (PEIXOTO FILHO et al., 2013). O decréscimo de produção da

primeira para a última colheita foi de 32,17; 38,88; 31,46; 41,65 e 12,08% para A, B, C, D e E, respectivamente. A redução da produtividade ao longo do tempo em todos os tratamentos pode ser explicada pela redução do foto período e pela fisiologia da planta.

Aos 150 dias após o plantio a produção do tratamento controle (A) apresentou a menor média e os três fertilizantes orgânicos (C, D e E) não diferiram entre si. O tratamento B (organomineral) apresentou maior média de produção massa fresca (Tabela 2 e Figura 2). O aumento na produtividade de massa fresca com a fonte organomineral, provavelmente, se deve à disponibilidade de nutrientes no solo por um maior tempo acompanhado da melhoria da estrutura física do solo devido à presença de matéria orgânica (MUMBACH et al., 2020).

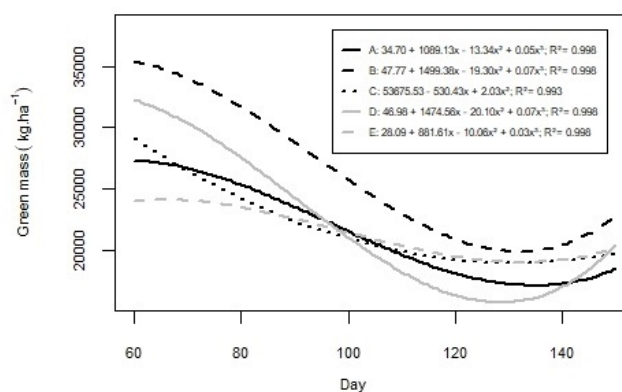


Figura 2. Curvas estimadas, por polinômios ortogonais, para cada tratamento ao longo dos dias após o plantio para a produção de massa verde das couves de folhas crespas.

A = Controle; B = fertilizante organomineral; C, D e E = fertilizantes orgânicos.

Em todas as colheitas analisadas a produtividade do fertilizante organomineral (B) foi entre 12 e 34% maior do que o tratamento controle (A). As diferenças entre a fonte organomineral (B) e as fontes orgânicas (C, D e E) foi mais acentuada na primeira colheita (60 dias), com diferenças entre 8 e 57%. O melhor arranque e manutenção do cultivo com o fertilizante organomineral ocorre devido a presença da fração mineral no produto, que apesar de protegida pela matéria orgânica, fornece mais prontamente os macronutrientes as plantas em relação aos manejos orgânicos.

Aos 150 dias, apesar da tendência de diminuição da produtividade em todos os tratamentos, a produtividade da fonte organomineral continuou entre 9 e 13% superior às fontes orgânicas (C, D e E), que por sua vez superaram o controle (A) entre 6 e 10%. Esta resposta positiva ao fornecimento de fertilizantes orgânicos na couve foi também observada por Balcão et al. (2012) e Haile e Ayalew (2018).

5.2. Análise de minerais

Os resultados das análises de minerais estão apresentados nas Tabelas 3 e 4. Os teores do elemento fósforo, em todas as médias foram superiores aos limites considerados adequados por Trani et al. (2015) na primeira colheita (60 dias). Os teores em todos tratamentos da segunda e terceira colheitas estavam na faixa considerada adequada, e foram equivalentes aos valores observados por Luengo et al. (2018).

Os teores de potássio dos tratamentos com os diferentes fertilizantes estão dentro da faixa adequada, porém, o tratamento controle (A) apresentou valores acima dos considerados adequados para nutriente na primeira colheita (60 dias). Nas demais colheitas (90 e 120 dias) os valores estavam dentro das faixas adequadas.

Na primeira colheita, os teores de cálcio estão abaixo da faixa adequada (TRANI et al., 2015) para o tratamento controle e os adubados com fertilizante organomineral (B) e orgânicos (C e D). Apenas o tratamento com fertilizante orgânico E está na faixa considerada adequada. Porém, a partir da segunda e terceira colheitas (90 e 120 dias) os valores deste macronutriente secundário se elevam para a faixa adequada. Estes valores adequados estão em acordo com Luengo et al. (2011) que observaram teores de cálcio em couve manteiga de $25,0 \text{ g kg}^{-1}$ e em couve-de-bruxelas de $18,2 \text{ g kg}^{-1}$.

Os teores médios foliares de magnésio, assim como os do cálcio, foram inferiores aos limites da faixa adequada aos 60 e 120 dias, diferenciando-se apenas aos 90 dias onde o cálcio atingiu teores dentro do intervalo e o magnésio se manteve inferior. Os menores teores foliares dos macronutrientes secundários cálcio e magnésio durante a primeira colheita e o elevado teor inicial de potássio, cálcio e magnésio no solo evidenciam a influência do macronutriente potássio na absorção dos cátions bivalentes, comprovando também que o equilíbrio dos mesmos na solução do solo é mais importante que sua própria concentração, fatos observados por Bull et al. (1998) e Rosolem (2005). Esta interação entre cálcio, magnésio e potássio pode ser melhor observada na figura 2.

Para o enxofre não há valores de referência em Trani et al. (2015). No entanto, é um nutriente muito importante para as brássicas, pois participa da composição dos aminoácidos cisteína e metionina e apresentam alta extração (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010). A relação nitrogênio:enxofre variou de 4,2:1 a 5,3:1 para os tratamentos avaliados na primeira colheita (60 dias) e, 3,9:1 a 7,8:1 na segunda colheita (90 dias), e 5,6:1 a 7,5:1 na terceira colheita (120 dias), as quais estão abaixo dos valores normalmente encontrados nos tecidos vegetais, entre 12-15:1 (CANTARELLA;

MONTEZANO, 2010). As proporções encontradas, com maior quantidade de enxofre em relação ao nitrogênio indicam que o enxofre presente no solo foi suficiente para suprir as exigências nutricionais das couves.

Tabela 3. Média e desvio padrão (entre parênteses) da análise de macronutrientes nas folhas de couves crespas cultivadas com fertilizantes organomineral e orgânicos em comparação com Trani et al. (2015).

Parâmetros	Dia	Tratamentos					Trani et al. (2015)	CV (%)
		A controle	B organomineral	C orgânico	D orgânico	E orgânico		
N (g kg ⁻¹)	60	44,50a (4,24)	50,50a (4,95)	49,25a (3,89)	48,00a (0,71)	46,75a (1,06)	30-55	7,20
	90	43,80a (3,11)	42,95a (1,91)	44,08a (0,32)	42,28a (0,32)	42,03a (1,31)		4,06
	120	40,94a (1,95)	44,16a (0,65)	45,31a (3,58)	43,24a (3,90)	40,25a (0,98)		6,03
P (g kg ⁻¹)	60	7,28a (0,27)	7,72a (0,47)	7,81a (0,11)	7,71a (0,85)	7,21a (0,02)	3-7	6,01
	90	4,31a (0,46)	5,12a (0,29)	5,07a (0,01)	4,76a (0,22)	4,70a (0,25)		5,94
	120	3,88a (0,82)	4,32a (0,24)	4,03a (0,42)	4,52a (0,30)	4,23a (0,37)		11,35
K (g kg ⁻¹)	60	43,25a (2,57)	40,03a (1,06)	39,61a (5,00)	29,53a (8,34)	31,67a (1,06)	20-40	12,35
	90	29,70a (3,85)	38,98a (9,47)	35,93a (7,94)	34,85a (11,14)	34,25a (13,92)		28,36
	120	22,86a (8,97)	37,49a (4,19)	29,51a (12,58)	35,75a (2,03)	25,83a (3,90)		24,51
Ca (g kg ⁻¹)	60	12,92a (3,83)	12,30a (0,09)	10,77a (1,97)	13,95a (6,34)	15,47a (3,80)	15-25	29,26
	90	24,47a (1,45)	25,68a (0,73)	24,28a (2,07)	22,38a (2,10)	22,75a (2,69)		8,07
	120	15,95a (2,04)	15,70a (2,15)	22,31a (1,65)	17,89a (5,32)	21,81a (4,82)		18,96
Mg (g kg ⁻¹)	60	2,36a (0,09)	2,15a (0,13)	2,10a (0,06)	2,10a (0,16)	2,46a (0,24)	3-7	6,70
	90	3,45a (0,13)	3,14a (0,06)	3,55a (0,41)	3,12a (0,06)	3,26a (0,08)		6,05
	120	2,11a (0,16)	2,20a (0,13)	2,92a (0,35)	2,63a (0,23)	2,65a (0,65)		14,32
S (g kg ⁻¹)	60	10,37a (0,69)	10,61a (0,34)	10,89a (0,18)	8,94a (1,22)	10,68a (0,60)	-	6,85
	90	9,03a (2,93)	5,54a (5,54)	10,24a (2,54)	10,79a (0,54)	10,88a (0,53)		32,77
	120	6,25a (1,25)	7,54a (0,37)	7,42a (1,48)	7,67a (0,08)	5,40a (0,66)		13,61

Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem ($p \leq 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

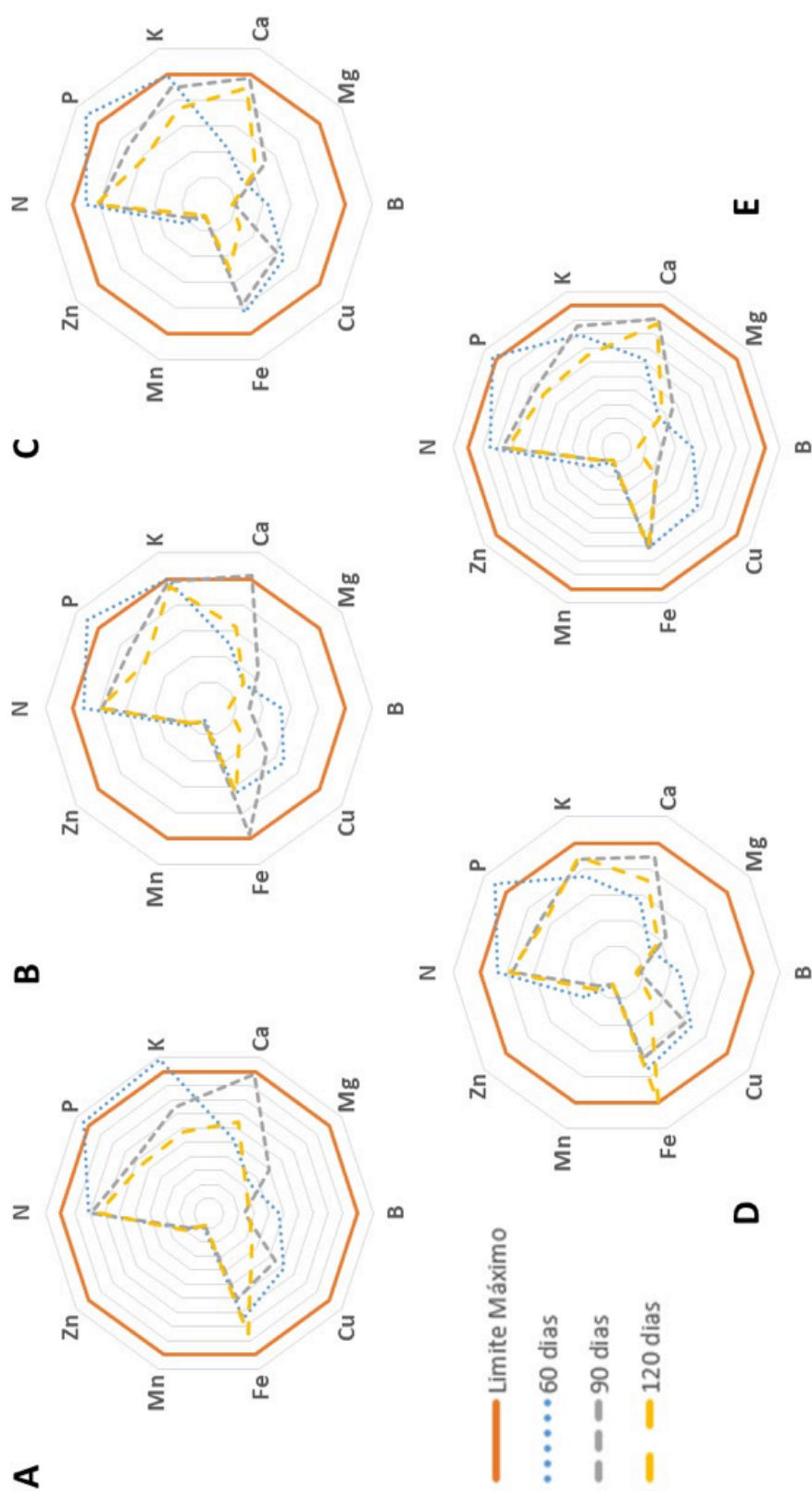


Figura 3. Fertigramas dos teores foliares dos minerais em couve nos tratamentos. A = Controle; B = fertilizante organomineral; C, D e E = fertilizantes orgânicos.

Os teores médios foliares de manganês foram inferiores aos limites da faixa adequada para todos os tratamentos estudados (Tabela 6). Para o zinco os teores estavam abaixo do adequado para o tratamento controle na primeira colheita (60 dias) e na faixa adequada para os demais tratamentos, porém, a partir da colheita aos 90 e 120 dias todos os teores de zinco estavam abaixo da faixa considerada adequada. Estes resultados indicam que houve uma interação negativa entre a absorção de fósforo e zinco, pois o excesso da absorção do macronutriente inibiu a absorção do micronutriente.

Quanto aos metais pesados contaminantes (arsênio, cádmio, cromo e chumbo) não foram detectados teores nas folhas das couves crespas cultivadas com diferentes fertilizantes, indicando que as fontes utilizadas não possuem contaminantes que pudessem prejudicar a qualidade final da hortaliça.

A ordem decrescente dos teores foliares dos macronutrientes em folhas de couve-de-folha foi: N > K > Ca > S > P > Mg, sendo o nitrogênio o nutriente mais extraído, seguido do potássio e cálcio. Este resultado difere da ordem encontrada por Faquim (2014): N > K > Ca > Mg > S > P com brássicas, nos quais se observaram maiores extrações de potássio em folhas de repolho (CORREA et al., 2013; AQUINO et al., 2009) e estão de acordo com Takeishi et al. (2009) para folha, caule e inflorescência de couve-flor. Os teores de enxofre foram superiores aos de fósforo e estes superiores aos de magnésio. Nos trabalhos de Aquino et al. (2009), Takeishi et al. (2009) e Correa et al. (2013), os teores de enxofre foram superiores ao fósforo e magnésio.

Com relação aos micronutrientes, a ordem decrescente de teores foliares foi Fe > B > Zn > Mn > Cu. Estes resultados estão de acordo com os teores apresentados por Luengo et al. (2018).

Tabela 4. Média e desvio padrão (entre parênteses) da análise de minerais nas folhas de couves crespas cultivadas com fertilizantes organomineral e orgânicos em comparação com Trani et al. (2015).

Parâmetros	Dia	Tratamentos					Trani et al. (2015)	CV (%)
		A controle	B organomineral	C orgânico	D orgânico	E orgânico		
B (mg kg ⁻¹)	60	46,5a (9,19)	53,5a (4,95)	43,0a (2,83)	45,5a (10,61)	51,5a (4,95)	30-100	14,85
	90	24,0a (1,41)	20,0a (2,83)	18,5a (4,95)	17,0a (8,49)	30,5a (19,09)		44,12
	120	27,0a (2,83)	14,5a (0,71)	17,5a (10,61)	14,5a (0,71)	14,1a (0,14)		28,14
Cu (mg kg ⁻¹)	60	12,5a (0,71)	13,5a (2,12)	13,5a (0,71)	13,5a (0,71)	13,5a (0,71)	5-20	8,57
	90	11,0a (2,83)	10,5a (0,71)	12,5a (6,36)	12,5a (0,71)	6,5a (0,71)		29,83
	120	7,1a (0,14)	5,5a (0,71)	5,5a (0,71)	6,0a (1,41)	6,5a (0,71)		13,71
Fe (mg kg ⁻¹)	60	223,0a (42,43)	196,0a (31,11)	250,5a (55,86)	222,0a (28,28)	213,0a (62,23)	60-300	20,8
	90	183,0a (19,80)	290,5a (0,71)	232,5a (16,97)	196,5a (12,02)	219,0a (79,20)		16,80
	120	257,0a (1,41)	194,0a (70,71)	152,0a (52,33)	301,0a (166,88)	211,5a (34,65)		38,45
Mn (mg kg ⁻¹)	60	27,0a (2,83)	23,5a (0,71)	24,5a (2,12)	24,5a (2,12)	27,0a (4,24)	40-250	10,53
	90	24,5b (0,71)	27,1a (0,14)	23,5b (0,71)	23,0b (1,41)	22,5b (0,71)		3,48
	120	22,5a (0,71)	26,0a (5,66)	22,5a (2,12)	22,5a (3,54)	22,0a (2,83)		14,68
Zn (mg kg ⁻¹)	60	26,5a (6,36)	32,0a (7,07)	36,0a (11,31)	44,5a (4,95)	31,5 ^a (3,54)	30-150	20,96
	90	26,0a (4,24)	27,0a (1,41)	26,0a (4,24)	25,0a (1,41)	23,0a (2,83)		12,20
	120	29,0a (9,90)	26,0a (1,41)	19,0a (2,83)	30,5a (4,95)	21,0a (1,41)		20,66

Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem ($p \leq 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

Existe um interesse crescente em folhas verdes que contenham maiores concentrações de Zn e que podem fornecer uma fonte substancial desse elemento (BROADLEY et al., 2010). O Zn desempenha um papel importante na coagulação sanguínea e na proteção do DNA contra modificações, diminuindo o risco de câncer (MESSIAS et al., 2015). Para o nutriente Ferro, “é recomendado que a quantidade diária consumida por um indivíduo adulto saudável seja de 9 a 59 mg de Fe e de 7 mg de Zn” (BRASIL, 2005). Portanto, 100 g de couve fresca corresponderiam a 35% da quantidade mínima de Fe e 7% do valor recomendado de Zn.

6. CONCLUSÃO

A utilização de adubação organomineral promoveu maior produção de massa fresca de couve crespa independentemente da época de colheita com incremento de 12 a 34% em relação a testemunha. O uso de fertilizantes orgânicos e organomineral possibilitaram produzir couve crespa com adequada composição mineral. O uso do fertilizante organomineral demonstra ser uma opção interessante para a transição do cultivo convencional para orgânico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, U.A. Programa de hortas domésticas e comunitárias. **Ministério da Pecuária e Abastecimento**, São Paulo, 1987. 28p.

ANCIETO, R.M. **Modulação da comunidade bacteriana associada ao milho (*Zea mays* L.) através da inoculação de bactérias promotora de crescimento de plantas.** Dissertação de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2016. 62p.

AQUINO, L.A.; PUIATTI, M.; LÉLIS, M.M.; PEREIRA, P.R.G.; PEREIRA, F.H.F. Biomass yield, macronutrient uptake and tissue concentration of cabbage as a function of nitrogen rates and plant spacings. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n.5, p.1295-1300, 2009.

BALCĂU, S.L.; APAHIDEAN, M.; ZAHARIA, A.; POP, D. The influence of organic fertilizers concerning the grow than development of *Brassica oleracea* var. *Acephala* plants. **Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture**, v.69, p.64-70, 2012.

BENITES, V. de M; CORREA, J.C; MENEZES, J.F.S.; POLIDORO, J.C.; Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos suínos e aves no Brasil. In: **XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, Guarapari, 2010. 5p. Disponível em <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/981423/1/Producaodefertilizantespdf.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

BRANCO, S.M.; MURGEL, P.H.; CAVINATTO, V.M. Compostagem: Solubilização biológica de rocha fosfática na produção de fertilizante organomineral. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.6, n.3, p.115-122, 2001.

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto Nº 4.954**. Brasília, 14 de janeiro de 2004. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D4954.htm#ementa>. Acesso em: 14 fev. 2020.

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto Nº 8.384**. Brasília, 2014. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8384.htm>. Acesso em: 14 fev. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 61**, de 8 de Julho de 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União, Brasília, n. 134, 15 de Julho de 2020, seção 1. Pag. 5. <http://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-61-de-8-de-julho-de-2020-266802148>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL. **Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais.** Ministério da Saúde. Anvisa. http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3. Acesso em: 30 mar. 2020.

BROADLEY, M.; LOCHLAIN, S.; HAMMON, J.; BOWEN, H.; CAKMAK, I.; EKER, H.; ERDEM, H.E; KING, G.; WHITE, P. Shoot zinc (Zn) concentration varies widely within *Brassica oleracea* L. and is affected by soil Zn and phosphorus (P) levels. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 85, p.375-380, 2010.

BRUM, L.A.; DALFOVO, W.T.; YONENAGA, W.H.; ZILIO, J.A.; LUCCA, E.J. Viabilidade econômica da produção de adubo orgânico para assentamentos agrícolas na região norte de Mato Grosso. **Otra Economía**, v.7, n.13, p.150-165, 2013.

BULL, L.T.; VILLAS BOAS, R.L.; NAKAGAWA, J. Variações no balanço catiônico do solo induzidas pela adubação potássica e efeitos na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.3, p.456-464, 1998. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161998000300014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 28 out. 2020.

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z.F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. Piracicaba: IPNI-Brasil, 2010. p. 5-46.

CIANCIO, N.H.R. **Produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes em culturas submetidas à adubação orgânica e mineral**. Santa Maria, RS. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, 2010. 85p.

CIVIDANES, F.J.; SILVA, K.P. da; MARTINS, I.C.F.; CIVIDANES, T.M. dos S. Phytophagous insects and natural enemies in *kale* under organic and chemical fertilizers. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.87, p.1-7, 2020.

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: Ciências Agrárias**, v.34, n.5, p.2129-2138, 2013.

COSTA, E.M.; SILVA, H.F.; RIBEIRO, P.R.A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**; v.9, n.17, p. 1842-1860, 2013.

CRUZ, A.C.; PEREIRA, F. dos S.; FIGUEIREDO, V.S. **Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 45, 2017. p. 137-187.

DAMATTO JUNIOR, E.R.; NOMURA, E.S.; FUZITANI, E.J.; SAES, L.A.; BRUGLIATO, R.L.; Produção de bananeira com uso de fertilizante organomineral. **Agencia Paulista de Agronegócios (APTA)**, Pariquera-Açu, 2p., 2013.

DIAS, J. C. **Raízes da Fertilidade**. São Paulo: Calandra Editorial, 2005. 128p.

DINIZ, E.R.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.S.; PETERNELLI, L.A.; BARRELLA, T.P.; FREITAS, G.B. Green manure incorporation timing for organically grown broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.199-206, 2007

DUARTE, I.N.; SOUSA, R.T.X. de; SOUSA, D.M.; ALANE, F.F.F.; KORNDORFER, G.H.; HENRIQUE, H.M. Produtividade da soja cultivada com fertilizante organomineral. CBCS: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Florianópolis, 2013.

DUNSIN, O.; ABOYEJI, C.M.; ADEKIYA, A.O.; ADULOJU, M.O.; AGBAJE, G.O.; ANJORIN O. Effect of biochar and npk fertier on growth, biomass, yield and nutritional quality of *kale* (*Brassica oleracea*) in a derived agro-ecological zone of Nigeria. **Production Agriculture and Technology Journal**, v. 13, ed. 1, 2017. 13p.

EPM. Escola Paulista de Medicina. Relatório completo: Couve crua. **Universidade Federal de São Paulo**, 2014. Disponível em <<https://tabnut.dis.epm.br/alimento/11161/couve-crua>>. Acesso em: 01 mai. 2020.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. **Produção de hortaliças: Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004. 88p.

FDC. Food Data Central. **Kale, raw**. Disponível em <<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/787307/nutrients>>. Acesso em: 01 mai. 2020.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 2008. 402p.

FINATTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M.C. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, v.5, n.4, p.85-93, 2013.

FLANDRIN, J.L; MONTANARI, M. **História da Alimentação I. Dos primórdios à idade média**. Ed. Terramar, 1998. 360p.

FURLANI, P.R.; PURQUEIRO, L.F.V. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. p.45-62. In: **Nutrição de Plantas: diagnose foliar em hortaliças**. MELLO PRADO, R. de M.; FILHO, A.C.B.C.; CORREA, M.A.R.; PUGA, A.P. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FUNDUNESP, 2010.

GROENBAEK, M.; JENSEN, S.; NEUGART, S.; SCHREINER, M.; KIDMOSE, U.; KRISTENSEN, H. Nitrogen split dose fertilization, plant age and frost effects on phytochemical content and sensory properties of curly *kale* (*Brassica oleracea* L. var. *sabellica*). **Food Chemistry**, 2015. 10.1016/j.foodchem.2015.10.108.

GUNNARS, K. **Healthline: 10 Health Benefits of Kale**. Disponível em <<https://www.healthline.com/nutrition/10-proven-benefits-of-Kale>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

HAILE, A; AYALEW, T. Comparative study on the effect of bio-slurry and inorganic N-fertilizer on growth and yield of *kale* (*Brassica oleracea* L.). **African Journal of Plant**, v.12, p.81-87, 2018.

ISASA, M.E.T. **Las hortalizas como fuente de nutrientes para la salud**. Madrid. Disponível em:

<<http://www.portalbesana.es/documentos/documentacion/congreshorticmedit/nutrientsalud.pdf>>. Acesso em: 29 mar 2020.

ISHERWOOD, K.F. **Mineral fertilizer use and the environment. International Fertilizer Industry Association (IFA)**. Paris, 2000. 5p. Disponível em <<http://anda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/OUsodeFertilizantesMinerais.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2020.

KARUNGI J.; KYAMANYWA, S.; EKBOM, B. Organic soil fertility amendments and tritrophic relationships on cabbage in Uganda: Experiences from on-station and on-farm trials. **African Journal of Agricultural Research**, v.5, p.862-2867, 2010.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: Editora Degaspari, 2008. 148p.

LUENGO, R.F.A.; BUTRUILLE, N.M.S.; MELO, R.A.C.; SILVA, J.; MALDONADE, I.R.; COSTA JÚNIOR, A.D. Determinação de minerais no solo e análise de folhas de couve produzida em Brasília. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 21, e2017141, 2018.

LUENGO, R.F.A.; PARMAGNANI, R.M.; PARENTE, M.R.; LIMA, M.F.B.F. **Tabela de composição nutricional das hortaliças**. Brasília, BR: Embrapa Hortaliças. 2011. 4p.

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.

MARGALÉ, E.; HERVÉ Y.; HUE, J.; QUIROS C.F. Determination of genetic variability by RAPD markers in cauliflower, cabbage and *kale* local cultivars from France. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Netherlands, v. 42, p. 281-289, 1995.

MESSIAS, R.S.D.A.; GALLI, V.; SILVA, S.D.A.; SCHIRMER, M.A.; ROMBALDI, C.V. Micronutrient and functional compounds biofortification of maize grains. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.55, n.1, p.123-139, 2015.

MUMBACH, G.L.; GATIBONI, L.C.; BONA, F.D.; SCHMITT, D.E; CORRÊA, J.C.; GABRIEL, C.A.; DALL'ORSOLETTA, D.J.; IOCHIMS, D.A. Agronomic efficiency of organomineral fertilizer in sequential grain crops in southern Brazil. *Agronomy Journal*. Doi: <https://doi.org/10.1002/agj2.20238>. 2020.

NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 161 p.

NOBOA, C.S.; RAVAGNANI, C.A.; SANTOS, C.P.; OLIVEIRA, B.C., FERNANDES, N.; VERRUMA-BERNARDI, M.R.; SALA, F.C. Produção hidropônica e análise sensorial de couve-de-folhas na forma de maço de plantas jovens. **Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v.9, e. 09121. 2019.

NOGUEIRA, A.R.A.; MATOS, A.O.; CARMO, C.A.F.S.; SILVA, D.J.; MONTEIRO, F.L.; SOUZA, G.B.; PITA, G.V.E.; CARLOS, G.M.; OLIVEIRA, H.; COMASTRI FILHO, J.A.; MIYAZAWA, M.; OLIVEIRA NETO, W.T. Tecido vegetal. In: NOGUEIRA, A; SOUZA GB. ed. **Manual de laboratórios: solo água nutrição**

vegetal nutrição animal e alimentos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. p. 145-199, 2005.

NOVO, M. do C. de S.S.; PRELA-PANTANO, A.; DEUBER, R.; TORRES, R.B.; TRANI, P.E.; BRON, I.U. **Morfologia de folhas de couve do Banco de Germoplasma do Instituto Agrônômico.** Instituto Agrônômico de Campinas – Informações tecnológicas, Campinas, v. 67, 2010. 27p.

OJETAYO, A.E.; OLANIYI, J.O.; AKANBI, W.B.; OLABIYI, T.I. Effect of fertilizer types on nutritional quality of two cabbage varieties before and after storage. **Journal of Applied Biosciences**, v. 48, p.3322-3330, 2011.

OKUMUS, A; BALKAYA, A. Estimation of genetic diversity among Turkish *kale* populations (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.) using RAPD markers. **Russian Journal of Genetics**, v. 43, 2007. p. 411- 415.

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.

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**, v.28, p. 36-40, 2010.

OLSEN, H.; AABY, K.; BORGE, G.I. Characterization and quantification of flavonoids and hydroxycinnamic acids in curly *kale* (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* Var. *sabellica*) by HPLC/DAD-ESI-MSn. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, p. 2816-2825, 2009.

ORDÁS, A.; CARTEA M.E. Cabbage and Kale. In: PROHENS J; NUEZ F. (eds) Vegetables I. **Handbook of Plant Breeding**, v.1. Springer, New York, NY. 2008.

PEIXOTO FILHO, J.U.; FREIRE M.B.G. dos; 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 de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.4, p.419-424, 2013. Disponível em <<https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n4/a10v17n4.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2020.

PEIXOTO, J.U.; FREIRE, M.B.G. dos 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**, Paraíba, v.17, p.419-424, 2013.

PIMENTEL, M.S.; DE-POLLI, H.; LANA, Â.M.Q. Atributos químicos do solo utilizando composto orgânico em consórcio de alface-cenoura. **Pesquisa e Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.39, n.3, p.225-232, 2009.

R CORE TEAM. 2020. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RABELO, K.C.C. **Fertilizantes organominerais e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial.** Goiânia, 2015. 69p.

RAMOS, D. de A. Avaliação da couve-de-folha em diferentes classes de solos e doses de bokashi. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, **Universidade Federal de Campina Grande**, Paraíba, 2019.

ROSOLEM, C.A. Interação do potássio com outros ions. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed) **Potássio na agricultura brasileira**. Potafos: Piracicaba, p.239-269, 2005.

SERRANO, J.; PEÇA J.; SILVA, J.M.; SHAHIDIAN, S.; Aplicação de fertilizantes: tecnologia, eficiência energética e ambiente. **Revista de Ciências Agrárias**, Évora, v.37, n.3, p. 270-279, 2014.

SHINGO G.Y.; VENTURA, M.U.; Produção de couve *brassica oleracea* L. var. *acephala* com adubação orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, Londrina, 2009. pg. 589-594.

SIKORA, E.; BODZIARCZYK, I. Composition and antioxidant activity of *kale* (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) raw and cooked. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, Polônia, v.11, n.3, p. 239-248, 2012.

SILVA, E.M.N.C.P.; FERREIRA, R.L.F.; ARAÚJO NETO, S.E.; TAVELLA, L.B.; SOLINO, A.J.S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.2, 242-245, 2011.

SILVA, H.C.D. **Biossólido e torta de filtro na composição de fertilizantes organominerais na cultura do feijoeiro comum**. 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/18994>>; Acesso em: 15 fev. 2020.

SOUZA, R.J. de. Origem e botânica de algumas brássicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, p. 10-12, 1983.

TAKEISHI, J.; CECÍLIO FILHO, A.B.; OLIVEIRA, P.R. Crescimento e acúmulo de nutrientes em couve-flor 'Verona'. **Bioscience Journal**, v.25, n.4, p.1-10, 2009.

TRANI, P.E.; TIVELLI, S.W.; BLAT, S.F.; PRELA-PANTANO, A.; TEIXEIRA, E.P.; ARAÚJO, H.S.; FELTRAN, J.C.; PASSOS, F.A.; FIGUEIREDO, J.B.; NOVO, M.C.S.S. Couve-de-folha: do plantio a pós-colheita. **Boletim Técnico IAC** 214. 2015. 42p.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **USDA National nutrient database for standard reference, release 28 (slightly revised)**. 2016. Disponível em: <<https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-bhnrc/beltsville-human-nutrition-research-center/methods-and-application-of-food-composition-laboratory/mafcl-site-pages/sr11-sr28/>>.

UYOVBISSERE, E.O.; CHUDE, V.O.; BATIONO, A. Promising nutrient ratios in the fertilizer formulations for optimal performance of maize in Nigerian savanna. The need for a review of current recommendations. **Nigerian Journal of Soil Researches**, v.1, p. 29-34, 2000.

VILAR, M.; CARTEA, M.E.; PADILLA, G; SOENGAS, P.; VELASCO, P. The potential of *kales* as a promising vegetable crop. **Euphytica**, v.159, 2008. p. 153-165.

ZAGO, V.C.P.; EVANGELISTA, M.R.; ALMEIDA, D.L. de; GUERRA, J.G.M.; PRATA, M.C.P.; RUMJANEK, N.G. Aplicação de esterco bovino e ureia na couve e seus reflexos nos teores de nitrato e na qualidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p. 207-211, 1999.

ZEICH, A.R.D.; CONCEIÇÃO, P.C.; LUCHESE, A.V.; PAULUS, D.; ZEICH, M.F.; Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.9, p.948-954, 2014. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Conceicao2/publication/273227492_Cultivo_de_alface_em_diferentes_manejos_de_cobertura_do_solo_e_fontes_de_adubao/link/s/5597293508ae21086d221097.pdf>. Acesso em: 03 set. 2020.

ZIETZ, M.; WECKMULLER, A.; SCHMIDT, S.; ROHN, S.; SCHREINER, M.; KRUMBEIN, A.; KROH, L.W. Genotypic and Climatic Influence on the Antioxidant Activity of Flavonoides in *Kale* (*Brassica oleracea* var. *Sabellica*). **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v.58, p. 2123-2130, 2010.