

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA**

JONATHAN OSVALD SILVA

**CRESCIMENTO DE ALFACE CRESPA EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO COM
ESTERCO DE GALINHAS POEDEIRAS EM SOLOS ÁCIDO E CORRIGIDO**

Maringá - PR

2021

JONATHAN OSVALD SILVA

**CRESCIMENTO DE ALFACE CRESPA EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO COM
ESTERCO DE GALINHAS POEDEIRAS EM SOLOS ÁCIDO E CORRIGIDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr.: Antônio Saraiva Muniz

Co-orientadora: Prof. Dr. Kátia Regina Freitas Schwan Estrada.

Maringá – PR

2021

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

S586c

Silva, Jonathan Osvald

Crescimento de alface crespa em resposta à adubação com esterco de galinhas poedeiras em solos ácido e corrigido / Jonathan Osvald Silva. -- Maringá, PR, 2021. [12], 27 f.: il. color., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Saraiva Muniz.

Coorientadora: Profa. Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2021.

1. Alface crespa (*Lactuca sativa* L.). 2. Adubação fosfatada. 3. Adubação orgânica. 4. Calagem dos solos. I. Muniz, Antônio Saraiva, orient. II. Schwan-Estrada, Kátia Regina Freitas, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. IV. Título.

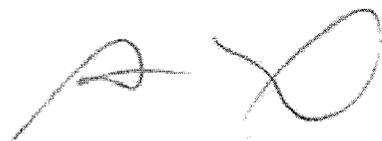
CDD 23.ed. 631.8

JONATHAN OSVALD SILVA

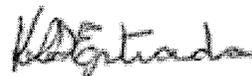
“CRESCIMENTO DA ALFACE CRESPA EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO COM ESTERCO DE GALINHAS POEDEIRAS EM SOLOS ÁCIDO E CORRIGIDO”.

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre.

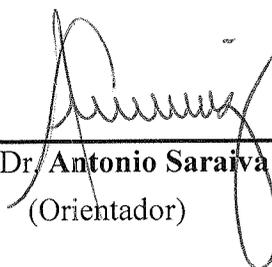
APROVADO em 29 de agosto de 2019.



Prof^a. Dr^a. **Anny Rose Mannigel**



Prof. Dr. **Katia Regina Freitas Schwan
Estrada**



Prof. Dr. **Antonio Saraiva Muniz**
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela incrível oportunidade de cumprir mais uma meta na minha vida e a oportunidade de estar ao lado de pessoas especiais, acertando e aprendendo com os erros nessa surpreendente jornada chamada vida.

Aos meus pais, Rose e Geraldo, pelo apoio, carinho e amor que educa e ensina a ser ético.

Às minhas irmãs Jéssica e Jenifer, pelo carinho, apoio e compreensão.

Às minhas sobrinhas Valentina e Sophia, por tantos momentos de alegria e descontração que me proporcionam felicidade em meio a tantos momentos difíceis.

Aos meus tios Agnaldo, Nildo, Edson, Rosimar e Rosivaldo, minhas tias Néia e Cidinha, meus primos e primas, minhas avós Maria Neide de Freitas e Maria Pinheiro, minha bisavó Josefa, que me acompanharam, incentivaram e rezaram por mim, compreendendo minha ausência em muitos momentos e encontros familiares.

Aos amigos que encontramos pela vida e que de alguma forma deixam conosco um pouco de si, dentre esses preciso citar os que são mais próximos e muito me ajudaram para conclusão do curso e que sempre estiveram presentes nos momentos bons, toleraram e compreenderam os dias ruins, compreendendo por muitas vezes minha ausência em diversos momentos: Larissa Benedeti, Giovanna Laraniaga, Gisiane Stroher, André Denobi, Eliane Senes, Maria Angela, Gabriel Denobi, David Gavioli, Ana Gavioli, Fernando Gavioli, Mara Piasentin, Vardi Piasentin, Beatriz Piasentin, Matheus Piasentin, Pe. Rafael Francisco, Pe. Sandro Ferreira, Rosiane Cristina, José Magon, Marcia Pinheiro, Débora Borba, Rodrigo Paes, Maria de Lourdes, Felipe Cavalheiro Martvi e Vinicius Martins.

Dentre tantos a agradecer, não poderia deixar de expressar a eterna gratidão ao Professor Dr. Antônio Saraiva Muniz pelo apoio, incentivo, amizade e principalmente pela confiança e disposição por assumir a missão de orientação deste trabalho. À minha coorientadora Professora Dr^a Kátia Regina Freitas Schwan Estrada por aceitar a coorientação e fazê-la com muita dedicação, compreensão e por todo o apoio durante o programa de pós-graduação.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, pelos ensinamentos e auxílios administrativos.

Aos amigos e colegas que passaram e deixaram um pouco de si no PROFAGROEC em especial Denise Farago, Aline Felizardo, Gabriel Oliveira,

Ernestina Muraoka, Rosineide Bertolucci, Caio Nishida, Andréia Oliveira e Renan Uhdre.

À SUPER BAC de Mandaguari, na pessoa do Engenheiro Agrônomo Marcio Salvalágio, à granja figueiredo, na pessoa do Engenheiro Agrônomo Leandro Figueiredo, pelo atendimento e fornecimento de material e suporte necessário para a realização da pesquisa.

Aos agricultores familiares Sr. Lauro Wittmann, Sr. Luciano Nairne e à família Gavioli pelo apoio, motivação e fornecimento de material necessário para o desenvolvimento e a realização deste trabalho de pesquisa.

Por todos supracitados e todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indiretamente para a realização deste projeto, muito obrigado!

EPÍGRAFE

O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada.

Caminhando e semeando, no fim terás o que colher.

Cora Coralina

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da adubação fosfatada fornecida pelo esterco de galinha poedeiras, na produção de massa fresca e massa seca da cultura da alface crespa, variedade Valentina. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com 7 tratamentos T0 - sem adição do esterco, T100, T200, T300, T400, T500 e T800 mg kg⁻¹ P₂O₅ (fornecidas pelo esterco de galinha poedeira), e 8 repetições, em solo ácido e solo corrigido. Houve efeito de doses de esterco, calagem e interação dose de esterco x calagem no crescimento da alface. O efeito de dose se ajustou ao modelo de 2º grau, no solo ácido e solo corrigido. Os efeitos da calagem foram significativamente maiores na dose de 200 mg, e menores nas doses de 500 mg e 800mg kg⁻¹ de P₂O₅, não havendo diferenças nas doses de 0, 100 e 400mg kg⁻¹ de P₂O₅ entre os tratamentos corrigido e não corrigido. O esterco de galinha poedeira pode substituir a calagem em solo ácido fornecendo nutrientes para o crescimento das plantas, bem como atenuar os efeitos negativos da acidez do solo.

Palavras-chave: adubação fosfatada; calagem; adubação orgânica.

ABSTRACT

The goal of this work was to evaluate the effect of phosphate fertilization (P_2O_5) provided by laying hen manure on the production of fresh and dry mass of curly lettuce, Valentina variety. The experimental design was randomized blocks with 7 treatments (T0 (no manure added), T100, T200, T300, T400, T500 and T800 $mg\ kg^{-1}$ P_2O_5 (provided by laying hen manure) and 8 replications in acidic soil and corrected soil. There was effect of manure doses, liming and interaction manure dose x liming on lettuce growth. The dose effect was adjusted to the 2-degree model in acidic and corrected soil. Liming effects were significantly higher at doses of 200, and lower at doses 500 and 800 $mg\ kg^{-1}$ of P_2O_5 , with no difference in doses of 0, 100 and 400 $mg\ kg^{-1}$ of P_2O_5 between treatments corrected and uncorrected. Chicken manure replaced liming in acid soil providing nutrients for plant growth as well as mitigating the negative effects of soil acidity.

keywords: phosphate fertilizer; liming; laying hens.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Matéria fresca da parte aérea de plantas de alface em função de doses de P ₂ O ₅ fornecidas por esterco de galinha poedeira	18
Figura 2 Matéria seca da parte aérea de plantas de alface em função de doses de P ₂ O ₅ fornecidas por esterco de galinha poedeira	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estimativa produtiva da cultura da alface na Região Metropolitana de Maringá nos anos de 2013 a 2017	7
Tabela 2. Recomendação de adubação para cultura de alface	12
Tabela 3. Resultado da análise química do solo	14
Tabela 4. Resultado da análise química do esterco de galinha poedeira	15
Tabela 5 . Resumo da análise de variância dos efeitos de calagem e doses de esterco de galinha poedeira no crescimento de alface	17
Tabela 6. Resumo da análise de variância dos efeitos de calagem dentro de doses de esterco de galinha poedeira no crescimento de alface.	19
Tabela 07. Médias da produção de matéria fresca total (MFT) e matéria seca total (MST) da parte aérea de alface nos diferentes tratamentos de calagem e adubação orgânica.....	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Agricultura Orgânica	4
2.2	A cultura alface (<i>lactuca sativa l.</i>)	6
2.3	Os solos e os nutrientes	9
2.3.1	Características do solo	9
2.3.2	Calagem	11
2.4	Necessidade Nutricional Da Cultura De Alface.....	11
3	MATERIAIS E MÉTODOS	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1	Efeito de doses de esterco de galinha poedeira na ausência e presença de calagem no solo	17
4.2	Efeito de calcário em cada dose de esterco de galinha poedeira	19
4.3	Discussão.....	20
5	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma folhosa que pertence à família Asteracea. No Brasil, é uma hortaliça que apresenta maior destaque produtivo por sua viabilidade econômica, mesmo em pequenas propriedades rurais e está presente até mesmo em pequenas hortas domésticas, comunitárias e escolares.

A arte de cultivar a terra teria surgido, segundo Hamerschmidt et al (2013), aproximadamente há 10 mil anos, quando o homem deixou de ser nômade, caçador e coletor, para se tornar sedentário, passando a cultivar plantas e criar animais e a produzir seu próprio alimento. Dos seus primórdios até os dias atuais, a agricultura vem passando por diversas transformações, quase sempre resultantes da necessidade de suprir a crescente demanda de alimentos, o que acarretou, ao longo do tempo, a intensificação do processo de produção e consequente aumento do uso de insumos químicos, mecanizações intensivas e melhoramento genético.

O uso de agrotóxicos modifica o DNA, ataca o sistema imunológico, gera mutagenicidade, podendo provocar o câncer. Concomitantemente, bloqueia a absorção de nutrientes, debilitando os organismos, com o aumento de estresse e alteração de comportamento (PINHEIRO 1998 apud CHABOUSSOU, 2012). Segundo Caldas (1999), além do risco à saúde e ao meio ambiente, o nível de agrotóxicos remanescentes nos alimentos após sua aplicação no campo tem se apresentado como um importante barreira comercial no mercado internacional de alimentos.

Destarte, no início do século XIX, devido às contestações desse modelo de produção industrial e insustentável ao produtor, ao consumidor e ao meio ambiente, deu-se início aos debates de políticas públicas do Direito Humano à Alimentação Adequada e às políticas de Segurança Alimentar e Nutricional. Assim, caracteriza-se como um campo de conhecimento e de prática contínua e permanente, que visa a promover a prática de hábitos alimentares saudáveis e consequente conversão no sistema produtivo que viabilize a sustentabilidade e o equilíbrio entre o cultivo e a preservação ecológica, garantindo a segurança nutricional e a melhor qualidade dos alimentos.

Um dos principais entraves que ocorre na cultura da alface é a susceptibilidade às pragas e doenças que acarretam ao produtor o uso intensivo de agrotóxicos, ocasionando preocupações quanto à contaminação do solo e do produto final.

O cuidado no preparo do solo e na adubação, garantindo os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas, remete à qualidade nutricional e à saúde das plantas, bem como a escolha da variedade que, segundo Filgueira (2013), um dos principais objetivos dos fitomelhoristas brasileiros, tem sido desenvolver cultivares que apresentem maior resistência ao pendoamento precoce e ao mosaico-da-alface, diminuindo a incidência do ataque de pragas e doenças como forma preventiva de diminuir o uso de agrotóxicos.

A alface vem sendo a hortaliça folhosa mais produzida e consumida no Brasil, sua demanda é homogênea durante todo o período do ano devido ao seu baixo valor calórico e suas características nutricionais que, segundo Ohsem (2011), apresenta boa fonte de vitaminas e sais minerais. Este fato torna sua produção grande alvo de exploração econômica na área rural, e seu cultivo vem se vinculando aos sistemas convencionais de produção com elevado uso de agroquímicos.

Para atenuar o uso de agroquímicos e garantir a qualidade nutricional da cultura, bem como a qualidade de vida do produtor e seus consumidores, fazem-se necessário estudos de medidas alternativas que melhorem a eficiência nos cultivos, preservem o meio ambiente e que apresentem baixo custo ao produtor. A adubação é um fator primordial na produção de qualquer cultura, é na adubação que se obtém a resposta produtiva e qualitativa.

A lei de Liebig, ou comumente conhecida como a lei do mínimo, diz que o crescimento das plantas é determinado pelos nutrientes disponíveis no solo na quantidade mínima adequada, por isso as plantas crescem de acordo com os nutrientes que estão disponibilizados no solo, a falta ou ausência de um ou mais nutrientes, seja macro ou micro, é capaz de limitar o desenvolvimento e a produção da planta.

Devido à escassez de informações referentes às adubações fosfatadas fornecidas pelo esterco de galinhas poedeiras na cultura da alface crespa, bem como o possível efeito fertilizante e corretivo que este exerce nos solos, este trabalho tem como objetivo avaliar o rendimento de massa fresca e massa seca da cultura da alface crespa em solo ácido e em solo corrigido, além de avaliar o efeito

do esterco de galinhas poedeiras em solo ácido e solo corrigido na produção de matéria fresca e matéria seca da cultura da alface crespa no município de Mandaguari – PR.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Agricultura Orgânica

A disseminação do uso intensivo dos agrotóxicos na agricultura convencional tornou-se massiva após a implementação do processo de modernização agrícola, conhecido como Revolução Verde, transformando o modelo de produção agrícola em estruturas monocultoras e altamente dependentes dos insumos químicos. Segundo Rossi (2015), o Brasil ocupa, desde 2008, o primeiro lugar no ranking mundial de consumo de agrotóxicos, enquanto nos últimos dez anos o mercado mundial desse setor cresceu 93%, no Brasil, esse crescimento foi de 190% de acordo com os dados divulgados pela ANVISA (2013).

Os produtos químicos aplicados nos solos, nas plantas ou utilizados no tratamento de sementes contaminam o ser humano não somente pelo consumo do alimento ou pela aplicação do produto na lavoura, há outras formas de contaminação. Segundo Pignati (2011), um litro de herbicida comprado nos estabelecimentos é diluído em 100 litros de água para fazer a calda e pulverizar. Isso tem um destino, e parte vai para combater aquilo que se costuma chamar de "pragas da lavoura". São insetos e ervas classificadas como daninhas, como os fungos. Uma parte vai para o solo, outra evapora e vai para o ar. Uma outra condensa e vai para a chuva, e outra ainda vai para o lençol freático. Essa ida dos agrotóxicos para o lençol freático é o que deixará resíduos na água potável ou na água dos rios, córregos. Isso terá impactos na saúde dos animais e dos seres humanos.

O sistema orgânico é uma metodologia de produção agrícola que dispensa o uso de insumos químicos artificiais e que se caracteriza por um processo que leva em conta a relação solo/planta/ambiente com o intuito de preservar o meio ambiente, a saúde dos homens e dos animais (MEIRELLES & RUPP, 2005). A base mestra do sistema orgânico é a manutenção da fertilidade do solo e da sanidade geral das plantas e animais pela adubação orgânica, diversificação e rotação de culturas. Utiliza também a reciclagem de resíduos sólidos, uso de adubos verdes e restos de culturas, uso de rochas minerais, usos de manejo e controle biológico de insetos, mantendo a sanidade e fertilidade do solo para suprir as plantas de nutrientes e controlar os insetos-pragas, moléstias e ervas invasoras. Na agricultura

orgânica, exclui-se o emprego de agroquímicos e busca-se o aproveitamento de todos os recursos da propriedade e região, na reciclagem de nutrientes, para a nutrição, proteção e fortalecimento das plantas (PENTEADO, 2010).

A adubação orgânica apresenta vantagem, pois melhora as condições físicas do solo, diminuindo problemas de compactação e fornecendo, parcialmente, nutrientes às plantas de maneira gradual e contínua. Além disso, diminui a incidência de nematoides (HAMERSCHMIDT et al., 2013).

Tem-se, atualmente, na América Latina, quase 460.000 produtores que administraram organicamente mais de 8 milhões de hectares de terras agrícolas em 2017. Isso constituiu 11% das terras orgânicas do mundo e 1,1% das terras agrícolas da região. Os países líderes foram Argentina (3,4 milhões de hectares), Uruguai (1,9 milhão de hectares) e Brasil (1,1 milhão de hectares). As maiores parcelas de terras agrícolas orgânicas foram no Uruguai (13%), Guiana Francesa (10%) e República Dominicana (8,7%). Muitos países latino-americanos continuam sendo importantes exportadores de produtos orgânicos, como café, cacau e bananas. Os mercados orgânicos na região mostram uma tendência positiva, com uma alta demanda nos mercados internacionais, mas também no mercado interno; O Brasil é o país com o maior mercado orgânico do continente. México, Brasil, Chile, Paraguai, Bolívia e Argentina têm um selo nacional para distinguir seus produtos orgânicos no mercado local. Em muitos países da América Latina e do Caribe, o mercado orgânico doméstico combina um forte componente social com oportunidades de negócios, trazendo benefícios a milhares de pequenos produtores e ao setor privado, e os Sistemas de Garantia Participativa desempenham um papel importante.

No mundo, são 43,1 milhões de hectares sendo utilizados para produção orgânica, sendo que destes, 6,6 milhões de hectares são manejados por, aproximadamente, 300 mil produtores na América Latina, representando 15% das áreas orgânicas do mundo. O Brasil é o 11º no ranking mundial, com 0,7 milhão de hectares orgânicos, estando abaixo de países latino-americanos de menor abrangência territorial, como a Argentina, com 3,2 milhões de hectares e Uruguai, com 0,9 milhões de hectares (FiBL & IFOAM, 2019).

Atualmente, a agricultura orgânica vem sendo reconhecida como um sistema de produção de base ecológica, que pode proporcionar não somente benefícios à biodiversidade e ao meio ambiente, como ao ser humano. A ideia

básica que se tem acerca da agricultura orgânica é a mesma trata-se de um sistema de manejo sustentável, desenvolvido numa unidade de produção, privilegiando tanto a agrobiodiversidade quanto os ciclos biogeoquímicos e a preservação ambiental, sem, contudo, esquecer de promover a melhoria qualidade de vida humana (SANTOS *et al*, 2012).

Pragas e doenças são somente o sinal vermelho de perigo, indicando a decadência da terra. O uso de adubos orgânicos no solo permite maior interação entre o solo, microrganismos e a planta, que afeta, conseqüentemente, a produtividade. Essa inter-relação demonstra o equilíbrio dinâmico entre esses elementos em conjunto: o meio ambiente como um todo representa o laço que une os seres vivos com seu ambiente, gerando um equilíbrio que garante a certeza de que não existirá nem excesso nem falta de algum fator, e que tudo estará na medida certa. Já na agricultura convencional, o formulado NPK fornece os macronutrientes essenciais para o desenvolvimento da cultura, para Prado (2016), o nitrogênio (N) em doses adequadas favorece o crescimento vegetativo, o acúmulo de massas e o aumento da área foliar. O fósforo (P) é absorvido na forma de íon ortofosfato primário ($H_2PO_4^-$).

2.2 A cultura alface (*lactuca sativa l.*)

A alface originou-se de espécies silvestres, ainda atualmente encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e Ásia Ocidental. É uma planta herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas. Estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma cabeça, com coloração em vários tons de verde ou roxa, conforme a cultivar. Possui um sistema radicular ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 25 cm de solo, quando a cultura é transplantada. Em semeadura direta, a raiz pivotante pode atingir até 60 cm de profundidade (FILGUEIRA, 2013).

De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em seu último censo agropecuário, realizado no ano de 2006, a região sul do Brasil foi responsável por 14% da produção de alface em nível nacional, estimada em 525.602 toneladas, sendo a região Sul, Estado do Paraná, responsável por 38%. A

região Metropolitana de Maringá, localizada na Região Norte Central do Estado do Paraná e foi institucionalizada pelo Estado por meio de Lei Complementar Nº 83/1998 e pela Lei Nº 13.565/2002. A configuração espacial inclui 26 municípios, sendo a cidade de Maringá o polo (FNEM), no período de 2013 a 2017, segundo o levantamento do DERAL (Departamento de Economia Rural, 2018), a região metropolitana possuiu uma média produtiva de 10.863 toneladas e um valor bruto de produção médio de R\$ 11.317.582,60 por ano. Conforme Tabela 1, é possível visualizar o crescimento gradativo nas áreas produtivas da cultura da alface, bem como o retorno no valor bruto de produção anual, tendo em vista que a alface tem um curto ciclo de 60 a 90 dias, aproximadamente, podendo obter de 5 a 6 colheitas anualmente, dependendo das adversidades climáticas, o preparo do solo para plantio e a disponibilidade de água para a planta.

O elemento climático de maior influência, nos processos fisiológicos nas plantas de alface, é a temperatura do ar, podendo acelerar ou retardar as reações metabólicas (VIEIRA & CURY, 1997). Porém, outros fatores, como a umidade relativa do ar e a luz podem afetar diretamente as interações com a fotossíntese e a produção de matéria seca e o índice de área foliar (CEZAR, 2016).

Tabela 1. Estimativa produtiva da cultura da *alface na Região Metropolitana de Maringá nos anos de 2013 a 2017*

ANO	ÁREA (ha)	TON/ há ⁻¹	VALOR (R\$)
2013	449,00	11,462	15.570.485,64
2014	363,10	8,287	8.185734,74
2015	555,60	12,034	12.916453,22
2016	574,60	10,577	11.731.729,53
2017	628,10	11,955	13.183.509,90
TOTAL	-	54,315	56.587.913,03

Fonte: DERAL, 2018.

Devido a sua origem de regiões de clima temperado, seu melhor desenvolvimento se dá sob clima ameno durante a fase vegetativa, sendo que a fase reprodutiva ocorre em temperaturas mais elevadas e dias longos. Portanto, temperaturas elevadas podem reduzir a fase vegetativa e ocasionar o pendoamento precoce, tornando as folhas leitosas e amargas, perdendo seu valor comercial. O avanço dos trabalhos de melhoramento genético possibilitou sua produção em todos os períodos do ano, sendo recomendadas as cultivares mais rústicas, adaptadas às

condições locais, que possuam sistema radicular bem desenvolvido, com boa capacidade de exploração do solo (RESENDE *et al.*, 2007)

Segundo Prado (2016), a alface apresenta um desenvolvimento adequado quando cultivada em solos estruturados, arejados, ricos em matéria orgânica e com adequada umidade. Os solos muito compactados ou encharcados provocam diminuição na produtividade e aumento de doenças em plantas de alface. As plantas de alface são exigentes em nutrientes, principalmente potássio, nitrogênio, cálcio e fósforo, não podendo desprezar-se, entretanto, a importância dos demais. Quando há deficiência dos nutrientes, há diminuição direta na produtividade da cultura.

Os sintomas visuais exibidos pelas plantas sob a deficiência de nutrientes são bastante úteis na identificação das causas da desordem. Normalmente, as plantas com sintomas de deficiência apresentam coloração e crescimento anormais, queimas e distorções de partes das plantas (PRADO, 2016). A cultura se adapta melhor a solos de textura média, com boa capacidade de retenção de água. A faixa de pH 6,0 a 6,8 é mais propícia. Se necessário, deve-se efetuar a calagem para elevar a saturação por bases para 70% (FILGUEIRA, 2013).

Com relação ao sistema de produção, o cultivo convencional, no caso das culturas folhosas, pode apresentar sérios problemas relacionados ao uso de altas doses de adubos solúveis (principalmente nitrogenados) aliado à intensa aplicação de agrotóxicos, que podem acarretar produtos de qualidade contestável, apresentando resíduos dos diversos insumos que são potencialmente tóxicos para a saúde humana. Muitos trabalhos apontam esses problemas, não só na cultura da alface, mas também em outras hortícolas, com claras evidências da superioridade nutricional e menor risco toxicológico dos produtos orgânicos (CEZAR, 2016). Mello *et al.* (2003), em estudo comparativo dos efeitos do cultivo orgânico e convencional da alface, concluíram que o sistema de cultivo orgânico demonstrou resultado superior ao convencional em alguns aspectos, como ampliar a vida-de-prateleira da alface e superioridade na avaliação sensorial da mesma.

2.3 Os solos e os nutrientes

2.3.1 Características do solo

Segundo Bertoni (2008), a prática do cultivo irracional do solo, o uso indiscriminado do fogo, o pastoreio esgotante e a exploração desmedida das matas destroem a cobertura vegetal protetora que mantém o equilíbrio biológico.

O solo é o substrato natural para a produção agrícola, servindo como meio para o desenvolvimento das raízes. O solo agrícola é uma importante fonte de nutrientes minerais para as raízes. As culturas necessitam encontrar no solo, sob forma e quantidade adequadas, nutrientes reconhecidos como essenciais ou imprescindíveis aos vegetais (FILGUEIRA, 2013). Segundo Raij (2011), esses elementos são obtidos pelas plantas a partir do ar, da água e do solo. Se uma planta não pode completar seu ciclo de vida sem determinado nutriente, ele será considerado essencial (GUERRA, 2015). Os nutrientes obtidos do ar e da água são o carbono, hidrogênio e oxigênio e os demais são os nutrientes minerais, em geral, são absorvidos do solo e que, segundo Filgueira (2013), a ausência de qualquer um deles na solução do solo torna-se fator limitante ao desenvolvimento e à produção das plantas. São eles: MACRONUTRIENTES: Primários – nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K); Secundários – cálcio (Ca), magnésio (Mg) e o enxofre (S); e os MICRONUTRIENTES: boro (B), zinco (Zn), molibdênio (Mo), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe), cloro (Cl) e níquel (Ni). Os macronutrientes são extraídos em quantidades mais substanciais pelo sistema radicular (kg ha^{-1}), em relação aos micronutrientes (g ha^{-1}).

A estrutura do solo, ou formação de agregados, é o principal fator que influi no aumento da porosidade, importante atributo do solo, favorecendo o livre fluxo da água e do ar. Assim, para manter o solo em condições de alta produtividade, é importante manter a estrutura em condições adequadas. Isso se consegue com: a) manejo adequado dos restos culturais ou a adição de matéria orgânica; b) controle de erosão, que tende a remover do solo as camadas mais finas e mais ricas em argila e matéria orgânica. Evitar ou reduzir o revolvimento do solo, para diminuir a

oxidação da matéria orgânica, bem como, minimizar a compactação do solo com máquinas (RAIJ, 2011).

A porosidade do solo refere-se à proporção de espaços ocupados pelos líquidos e gases em relação ao espaço usado pela massa do solo (BERTONI, 2008). Segundo Raij (2011), é um importante atributo dos solos que lhes confere condições adequadas para o desenvolvimento radicular e garante também a permeabilidade que, segundo Bertoni (2008), está diretamente relacionada com o tamanho, volume e distribuição dos poros, e varia nos diferentes horizontes do solo. Nos solos arenosos, com grande quantidade de poros, a permeabilidade é rápida, enquanto que nos argilosos é lenta.

Os poros são ocupados com água e ar, na realidade, não se trata de água pura, mas de uma solução contendo diversos solutos importantes para as plantas, principalmente nutrientes e elementos tóxicos. Essa solução distribui-se nos poros de menor tamanho e como filmes em torno de partículas de natureza coloidal. Solução do solo preenche parte dos poros do solo, havendo equilíbrio entre os íons existentes na solução do solo com a fase sólida, de forma que alguns nutrientes em solução podem ser repostos à medida que forem absorvidos pelas plantas (RAIJ, 2011).

Esse conhecimento sobre as principais características físicas do solo é de grande importância para o manejo e fertilidade do solo, para que as plantas possam absorver os nutrientes do solo. Segundo Primavesi (1988), não adianta um pH adequado, nem ausência de Al ou Mn ou Fe trocável, se os minerais nutritivos não existirem. Os minerais devem ser alcançados pela raiz, se o solo estiver adensado ou impenetrável para a raiz, não adianta que os elementos existam no solo, estes devem ser dissolvidos em água, sem água não há absorção dos nutrientes.

Segundo Raij (2011), ao desenvolver-se, o sistema radicular encontra os nutrientes que podem ser absorvidos pelo processo de interceptação radicular, bem como pela difusão. A água do solo é constantemente absorvida para atender as necessidades das plantas e, durante este processo, os nutrientes contidos em solução são absorvidos pelo processo de fluxo de massa.

2.3.2 Calagem

As raízes não se desenvolvem adequadamente em solos muito ácidos. A falta de cálcio e a presença de alumínio, por ser tóxico, podem ser causas relevantes para prejudicar o crescimento radicular (NATALE et al., 2012). Alguns solos são naturalmente ácidos. Outros passaram por processos que levaram a perdas de nutrientes como potássio, cálcio e magnésio, tornando-se ácidos. Em ambos os casos, esse processo de acidificação se inicia ou se agrava devido à remoção de cátions trocáveis da superfície dos coloides, através da: água da chuva; decomposição de minerais de argila; troca iônica das raízes; decomposição da matéria orgânica; adição de fertilizantes nitrogenados (NATALE et al., 2012).

Para corrigir esses problemas relacionados à acidez do solo, utiliza-se a técnica de calagem, cujo principal objetivo é corrigir a acidez do solo. A correção mais utilizada e comum na natureza é o calcário, usado para neutralizar elementos tóxicos, como o Al, repor componentes essenciais às plantas, como Ca e Mg, e elevar os valores de pH, facilitando, assim, maior crescimento radicular das plantas e viabilizando maior absorção de água e nutrientes. (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007). Alvarez V e Ribeiro (1999) dizem que “a calagem é, ação essencial para a melhoria do ambiente radicular das plantas, e a exigência para ganhos de produtividade nos solos”.

2.4 Necessidade Nutricional Da Cultura De Alface

A alface se adapta melhor a solos de textura média, com boa capacidade de retenção de água. A faixa de pH 6,0 a 6,8 é mais propícia (FILGUEIRA, 2013). No cultivo da alface, é comum a utilização de doses altas de adubos orgânicos e minerais para atender à demanda de nutrientes. Por isso, pesquisas que estudem a interação entre doses e fontes (orgânicas e minerais) podem eliminar desperdícios e evitar efeitos fitotóxicos, pois sabe-se que doses muito altas de adubos desbalanceiam as relações entre nutrientes e salinizam o solo (OLIVEIRA et al., 2009).

A olericultura é a atividade agrícola que oferece grandes respostas à adubação, tanto em aumentos na produtividade como no valor comercial. Podem existir restrições dos solos quanto à disponibilidade adequada de nutrientes para as culturas, já que são bastante exigentes em nutrientes. Para a cultura da alface, a quantidade de macronutrientes (kg) necessária para produção de uma tonelada de alface é de 2,80kg de nitrogênio (N), 0,60kg de fósforo (P), 0,90kg de potássio (K), 0,30kg de cálcio (Ca), 0,30kg de magnésio (Mg), 0,12kg de enxofre (S); com relação aos micronutrientes, (g) são necessários 5,10g de boro (B), 1,20g de cobre (Cu), 40,4g de ferro (Fe), 21,0g de manganês (Mn) e 26,5g de zinco (Zn) (HAMERSCHMIDT et al., 2013).

Hamerschmidt et al. (2013) ainda apresenta algumas sugestões de adubação para a cultura da alface, conforme Tabela 02, que devem ser entendidas como referenciais e que necessitam ser ajustadas em função do sistema de produção adotado e da produtividade.

Tabela 2. Recomendação de adubação para cultura de alface

Quantidade de N – P ₂ O ₅ – K ₂ O em kg ha ⁻¹									
Adubação de Plantio						Adubação de Cobertura			
	P ₂ O ₅			K ₂ O			zO		Forma e época de aplicação
	<10	10-30	>30	<0,15	0,15-0,30	>0,30			
30	140	100	70	60	30		100	60	N e K aplicar 15, 30, 40 dias após o transplântio

Fonte: Hamerschmidt et al., 2013.

A cultura da alface é considerada uma planta de baixa adaptação aos solos com baixa disponibilidade de nutrientes na camada arável. Na maioria dos experimentos, essa cultura mostrou uma pronunciada resposta à adição de fósforo, sendo em solos deficientes nesse nutriente requeridas doses superiores a 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a máxima produção (KANO, 2012).

Para Hamerschmidt et al., (2013) as aves não produzem urina, eliminando-a junto com as fezes, por isso seu esterco é mais rico em nitrogênio que o de ruminantes ou suínos. Os estercos provenientes de frangos e galinhas, de criações intensivas e alimentadas com ração é rico em nitrogênio, fósforo e celulose, por isso, sua decomposição é rápida liberando em poucos dias a maior parte dos nutrientes. Os efeitos dos estercos de aves são muitos semelhantes aos da ureia porque tem

efeito mais rápido e marcante sobre as plantas, mas também são os que mais rapidamente desaparecem.

Filgueira (2013) comenta que, experimentalmente, têm sido obtidas maiores respostas em aumento de produtividade às aplicações de fósforo e de nitrogênio em relação ao potássio, ressaltando, também, resposta ao cálcio.

Para cultivos comerciais, é necessário realizar uma adubação mineral equilibrada, no entanto, verifica-se que a grande maioria dos produtores de hortaliças, com o intuito de aumentar a produção e, principalmente pela carência de informação, utiliza fertilizantes com fórmulas NPK, geralmente contendo altas concentrações de fósforo e potássio, independente dos teores desses nutrientes no solo, sem levar em consideração o tipo ou cultivar (KANO, 2012).

A alface, assim como várias outras hortaliças, exige um fornecimento considerável de nutrientes prontamente solúveis, dentro de um curto período de intenso crescimento vegetativo. Por serem fontes de nutrientes e por beneficiarem propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, os adubos orgânicos são amplamente recomendados para hortaliças como a alface (RODRIGUES & CASALI, 1999).

Ziech *et al.* (2014), no primeiro ciclo da cultura da alface, não observaram influências significativas nos diferentes manejos de cobertura do solo e nas fontes de adubação (composto de esterco de aves), equiparando-se à testemunha, porém, no segundo ciclo, o adubo orgânico promoveu maior número de folhas, maior diâmetro de caule e da parte aérea, diferindo apenas da testemunha.

Oliveira *et al.* (2006) observou que doses crescentes de cama de aviários aplicados parceladamente em cobertura possibilitaram efeitos significativos para teores de N, P e K e também para o diâmetro, massa fresca, massa seca e produtividade da alface independente do sistema de plantio.

Bonela *et al.* (2015) constataram a influência significativa de adubos orgânicos (cama de frango e esterco suíno) para as variáveis peso total das plantas, massa fresca das folhas, número de folhas por planta e diâmetro do caule, seguido do esterco bovino, que por sua vez não diferenciou estatisticamente da testemunha.

Neste contexto, foi realizado um experimento em condições de estufa com o objetivo de avaliar efeitos de esterco de galinha poedeira e calagem, bem como de suas interações, no crescimento e desenvolvimento da alface crespa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma propriedade rural produtora de hortaliças em geral, nos meses de abril a julho de 2019, no município de Mandaguari, norte do estado do Paraná, localizada a 23° 32' 52" de latitude Sul, na longitude 51° 40' 15" Oeste, com altitude de 670 metros.

O experimento consistiu na avaliação dos efeitos de calagem e doses de esterco de galinha poedeiras no crescimento de alface, cultivada em Latossolo Vermelho Distroférico, cujas características químicas são apresentadas na Tabela 03.

Tabela 3. Resultado da análise química do solo

Cálcio cmol _c dm ⁻³	Magnésio cmol _c dm ⁻³	Potássio cmol _c dm ⁻³	Sódio mg dm ⁻³	Fósforo mg dm ⁻³	P-rem mg dm ⁻³
1,4	0,6	0,06	4,79	3,16	9,02
CTC (pH 7,0) cmol _c dm ⁻³	CTC (efetiva) cmol _c dm ⁻³	Soma Bases cmol _c dm ⁻³	Saturação por Bases (%)	M.O g dm ⁻³	Carbono g dm ⁻³
10,49	3,49	2,08	19,83	3,50	20,3
Acidez trocável (Al³⁺) cmol _c dm ⁻³	Acidez trocável não cmol _c dm ⁻³	(H + Al) cmol _c dm ⁻³	Enxofre (S) mg dm ⁻³	pH CaCl₂	pH em H₂O
1,41	7	8,41	2,82	4,37	5,16

Foi realizada amostragem do adubo orgânico, realizada análise química; com os dados das análises foram determinadas as quantidades do adubo, com base no teor de P₂O₅. As características do adubo utilizado no experimento são apresentadas na Tabela 04.

O experimento consistiu em avaliar duas condições de acidez do solo e 7 doses de esterco de galinha poedeira. Os tratamentos foram: solo com V% inicial de 19,83% (sem calagem), e solo com V% elevado a 70% (corrigido com calcário dolomítico) os quais foram submetidos às doses de 0, 100, 200, 300, 400, 500 e 800 mg kg⁻¹ de P₂O₅ equivalentes as doses de 0, 4, 8, 12, 16, 20 e 32 ton/ha respectivamente, fornecidos pelo adubo orgânico esterco de galinhas poedeiras. O experimento foi conduzido no delineamento blocos ao acaso, arranjado no esquema fatorial 2X7 (V% x doses de esterco), em 8 repetições, totalizando 112 parcelas. Cada parcela foi constituída por um vaso de 5kg de solo, contendo uma planta de alface crespa, variedade Valentina.

Tabela 4. Resultado da análise química do esterco de galinha poedeira

B mg kg ⁻¹	Cl mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹		Mo mg kg ⁻¹	Na mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹
91,20	0,00	280,10	3.769,00	482,90	4,79		4.099,00	15,93
Zn mg kg ⁻¹	N %	P₂O₅ %	K₂O %	%	%	Mg	%	
697,40	2,72	5,44	3,00	6,49	1,15		0,56	
Carbono orgânico %	Carbono total %	Umidade perdida a 65°C %	Umidade perdida a 110°C %	Sólidos totais fixos a 110°C %	Sólidos totais fixos a 550°C %	Sólidos Voláteis Totais %		
12,48	17,41	21,96	2,49	7,51	57,35	40,16		
Cd Total N.D	(mg kg⁻¹)	Pb Total 260,00	mg kg⁻¹	Cr Total 7,00	mg kg⁻¹	Co Total 4,86	mg kg⁻¹	
CTC (mmol_c kg⁻¹) 188		CRA (%) 99,41		Relação C.O/N 4,59		Relação CTC/C 10,80		
pH em CaCl₂ 9,08		Condutividade Elétrica 4.020,00		Índice Salino 0,48		Densidade (g/cm³) 0,53		

O processo inicial do experimento se caracterizou por peneiramento do solo com peneira de malha de 4 mm, sendo o mesmo, posteriormente, transferido para vasos de plástico com capacidade de 5 kg dispostos sobre lajotas, buscando-se evitar o contato direto dos vasos com o solo e, conseqüentemente, a interferência no experimento. Foi adotado um espaçamento similar ao plantio a campo, onde o espaçamento do centro de uma lajota a outra foi de 0,30m, tanto na diagonal quanto na vertical, e um corredor de 0,60m, possibilitando a passagem entre os tratamentos para avaliação, irrigação e demais tratamentos culturais na condução do experimento.

Procedeu-se à mistura do solo com calcário dolomítico, conforme os tratamentos de correção do solo, tendo 56 vasos na saturação por bases inicial (V=19,83%) e 56 vasos na saturação por bases de 70% (V=70%), incubando-se a mistura. Durante 7 dias, foi realizada a irrigação diária com regador manual, dos vasos que continham o tratamento com calcário, suspendendo-se a irrigação e deixando os vasos em repouso por mais 7 dias, para que o solo secasse novamente, para posterior adição dos tratamentos. No 15º dia, foram colocadas as

doses de esterco de galinhas poedeiras nos vasos, conforme os tratamentos, imediatamente misturadas com o solo, os quais permaneceram por mais 7 dias em repouso com irrigação diária, mantendo o solo sempre úmido, até o transplântio da alface.

A semeadura da alface foi realizada no dia 15 de abril de 2019 em 2 bandejas de plástico com 200 células, as quais foram preenchidas com o substrato "Carolina soil". Em cada célula, foi depositada uma semente de alface crespa (variedade Valentina) e, posteriormente, essas bandejas foram condicionadas em ambiente protegido com microirrigação por aspersão, mantendo o substrato sempre úmido, favorecendo a germinação e crescimento das mudas.

O transplântio foi realizado no dia 25 de maio, 40 dias após a emergência, quando as plantas já se apresentavam com quatro a cinco folhas definitivas. A cultura foi conduzida sob uma estufa com irrigação diária, manual.

Para o controle de plantas daninhas no interior dos vasos foi realizado uma catação manual das mesmas, semanalmente. Aos 42 dias do transplântio, foram aplicados com o auxílio de uma bomba pulverizadora 10ml do óleo de Neem para 10 litros de água para o controle de pragas, e depois, aos 45 dias, foi feita aplicação de inseticida natural, composto por 1.600ml de água e 400ml da calda caracterizada por 4 (quatro) dentes de alho e 1 (uma) pimenta dedo de moça com 20g de sabão em pedra ralado e diluído em água morna, batidos no liquidificador e coado para evitar resíduos que entupisse o bico da bomba para controle de lagarta-mede-palmo (*Trichoplusia ni*) e pulgão (*Capitophorus braggii*) (REIS JUNIOR *et al*, 2012).

Aos 50 dias após o transplântio, foi realizada a colheita do experimento, cujas plantas foram cortadas rente ao nível do solo para avaliar o rendimento das plantas quanto à massa fresca, a qual foi obtida com o auxílio de uma balança eletrônica digital com capacidade de 15kg. Feito isso, as alfaces foram armazenadas em sacos de papel, colocadas para secarem em estufa com circulação forçada de ar a 65° C, por 96 horas no Laboratório Fertilidade do Solo da UEM (bloco 178) obtendo a massa de matéria seca total da parte aérea.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F para avaliação dos efeitos de calagem, e análise de regressão para os efeitos de doses, quando foram significativos. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados considerando o nível de 1% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados efeitos de calcário, doses de esterco e da interação calcário x doses de esterco de galinha poedeira na matéria fresca total (MFT) e seca total (MST) da parte aérea das plantas de alface (Tabela 5).

Tabela 5 – Resumo da análise de variância dos efeitos de calagem e doses de esterco de galinha poedeira no crescimento de alface

FV	Matéria fresca total (MFT)		Matéria seca total (MST)	
	GL	QM	GL	QM
CALCARIO	1	2408.717800**	1	68.672232**
DOSE_P ₂ O ₅	1	21283.769732**	6	150.090565**
CALCARIO*DOSE_P ₂ O ₅	1	5079.543958**	6	62.581399**
BLOCO	1	421.641633 ^{NS}	7	3.253865 ^{NS}
ERRO	91	393.075781	91	3.214799
TOTAL CORRIGIDO	111		111	
CV (%) =	28,80		28,48	
MÉDIA GERAL:	68,8392857		6,2955357	Nº de observações: 112

**Diferença significativa p-valor < 0,01; NS-Diferença não significativa p-valor > 0,01

Considerando que a interação calcário x doses de esterco de galinha poedeira demonstrou-se significativa, são discutidos os efeitos considerando essa interação.

4.1 EFEITO DE DOSES DE ESTERCO DE GALINHA POEDEIRA NA AUSÊNCIA E PRESENÇA DE CALAGEM NO SOLO

Nas Figuras 1 e 2, são mostradas as relações entre produção de matéria fresca e matéria seca da parte aérea de alface, respectivamente, em função das doses de P₂O₅ fornecidas pelo esterco de galinha poedeira, na presença e ausência de calagem.

Figura 1 Matéria fresca da parte aérea de plantas de alface em função de doses de P₂O₅ fornecidas por esterco de galinha poedeira

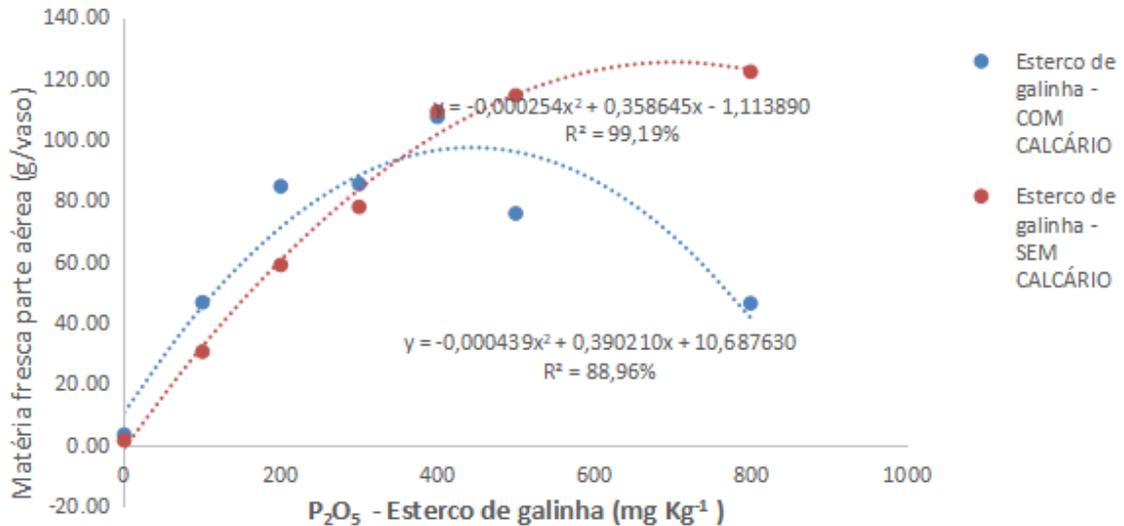
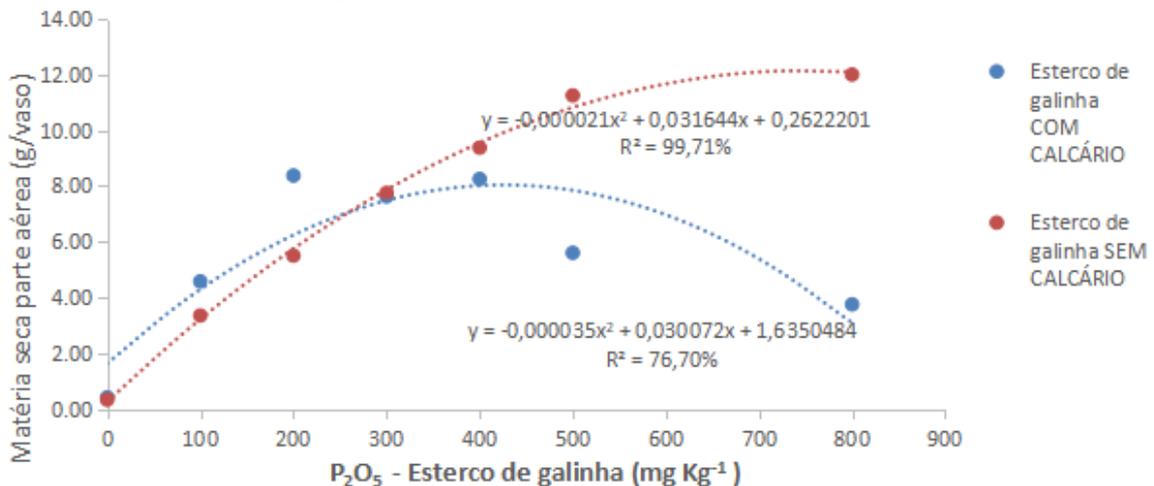


Figura 2 Matéria seca da parte aérea de plantas de alface em função de doses de P₂O₅ fornecidas por esterco de galinha poedeira



Os dados nos gráficos permitem visualizar o crescimento quadrático, com ponto máximo: crescimento inicial linear, seguido de acréscimo decrescente, depois decréscimo crescente da massa fresca e massa seca nas doses de 0 até a dose de 400 mg kg⁻¹ de P₂O₅ fornecidos por esterco de galinha poedeiras. As doses acima de 400 mg kg⁻¹ sem calcário continuam formando massa fresca, porém, o tratamento com calcário diminui a produção de massa fresca e massa seca.

Observa-se que as biomassas de alface, em função das doses de esterco, foram crescentes até próximo da dose 800 mg kg⁻¹ de P₂O₅ nos tratamentos sem calcário. Nos tratamentos com calcário a biomassa cresceu até em torno da dose

400 mg kg⁻¹ de P₂O₅. Os dados se ajustaram ao modelo de 2º grau, sendo possível estimar as doses de adubo que proporcionaram a produção máxima vegetal, o que permitiu calcular a dose máxima (dmax) para a produção máxima de biomassa, em cada condição de acidez.

As dmax foram maiores no tratamento sem calagem. Por outro lado, as biomassas estimadas nestes tratamentos foram também maiores. Nos tratamentos onde houve a correção do solo para V=70%, a dmax foi de 444,43mg kg⁻¹ de P₂O₅, para uma MFT máxima estimada de 97,40 g/vaso. Nos solos sem correção (V=19,83%) a dmax foi de 705,99mg kg⁻¹ de P₂O₅, e a MFT máxima estimada em 126,60 g/vaso. Quando se considera a MST, no tratamento V=70% a dmax foi de 438,85mg kg⁻¹ de P₂O₅ e a máxima MST estimada de 8,09 g/vaso; no tratamento em que não foi efetuada a correção de solo (V=19,83%), a dmax foi de 753,42mg kg⁻¹ de P₂O₅, registrando-se MST estimada de 12,18 g/vaso.

4.2 EFEITO DE CALCÁRIO EM CADA DOSE DE ESTERCO DE GALINHA POEDEIRA

Os efeitos da calagem variaram nas diferentes doses de esterco, mostrando interação calagem x adubação orgânica. A análise de variância para o desdobramento de calcário dentro de doses é mostrada na Tabela 6.

Tabela 6. Resumo da análise de variância dos efeitos de calagem dentro de doses de esterco de galinha poedeira no crescimento de alface.

FV	Matéria fresca total (MFT)		Matéria seca total (MST)	
	QM	L	QM	L
CALCÁRIO na dose 0 (sem esterco)	13.875625 ^{NS}	1	0.030625 ^{NS}	1
CALCÁRIO na dose 100mg kg ⁻¹	1040.062500 ^{NS}	1	6.002500 ^{NS}	1
CALCÁRIO na dose 200mg kg ⁻¹	2652.250000 ^{**}	1	33.062500 ^{**}	1
CALCÁRIO na dose 300mg kg ⁻¹	225.000000 ^{NS}	1	0.062500 ^{NS}	1
CALCÁRIO na dose 400mg kg ⁻¹	12.250000 ^{NS}	1	5.062500 ^{NS}	1
CALCÁRIO na dose 500mg kg ⁻¹	5967.562500 ^{**}	1	127.690000 ^{**}	1
CALCÁRIO na dose 800mg kg ⁻¹	22974.980625 ^{**}	1	272.250000 ^{**}	1
Erro	393.075781	91	3.214799	91

^{**}Diferença significativa p-valor < 0,01, pelo teste F; ^{NS}-Diferença não significativa p-valor > 0,01, pelo teste F

Na tabela 07 são apresentadas a médias de 8 repetições da biomassa de alface, em função dos tratamentos de calagem e adubação orgânica com esterco de galinha poedeira.

Tabela 07. Médias da produção de matéria fresca total (MFT) e matéria seca total (MST) da parte aérea de alface nos diferentes tratamentos de calagem e adubação orgânica.

P₂O₅ – esterco	Matéria fresca total			Matéria seca total				
	Com calcário		Sem calcário	Com calcário		Sem calcário		
.....mg kg ⁻¹g							
	vaso ¹							
0	3,33	A	1,46	A	0,41	A	0,33	A
100	46,63	A	30,50	A	4,58	A	3,35	A
200	84,63	A	58,88	B	8,38	A	5,50	B
300	85,38	A	77,88	A	7,63	A	7,75	A
400	107,38	A	109,13	A	8,25	A	9,38	A
500	75,75	A	114,38	B	5,60	A	11,25	B
800	46,34	A	122,13	B	3,75	A	12,00	B

Dentro de cada variável, MFT e MST as médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha apresentaram diferenças significativas pelo Teste F. Diferença significativa p-valor < 0,01;

Estes efeitos foram significativos nas doses de 200, 500 e 800mg kg⁻¹ de P₂O₅ fornecidas pelo esterco de galinha poedeira. Na dose de 200mg kg⁻¹ de P₂O₅, o tratamento com calcário possibilitou maior produção significativa de MFT e MST. Contudo, a partir da dose 500mg kg⁻¹ de P₂O₅ há diminuição significativa de MFT e MST, que continua até a dose 800mg kg⁻¹ de P₂O₅ não havendo diferenças nas doses de 0, 100, 300 e 400mg kg⁻¹ de P₂O₅. (Tabela 06 e 07, Figuras 01 e 02).

4.3 DISCUSSÃO

Estudo de Seiyama et al. (2016) afirma que o composto orgânico fornece nutrientes para as plantas, promove melhorias na qualidade física e biológica do solo, além de ser um material leve de fácil manuseio, baixo custo e fácil aquisição, favorecendo uma produção de maior qualidade.

Nesse sentido, os efeitos benéficos do esterco de frango ou galinha na produção de alface foram registrados por Abreu et al. (2010), os quais verificaram a adubação orgânica com esterco de frango possibilitou maior produção de matéria fresca de alface que esterco de bovino, húmus de minhoca, adubo mineral e composto.

Do mesmo modo, Peixoto Filho et al. (2013) observaram que o esterco de frango proporcionou maiores produtividades de alface no primeiro cultivo, tendo sido superado pelos esterco bovino e ovino, a partir do segundo cultivo. O esterco de

frango proporcionou melhores resultados em termos de produção de matéria fresca e matéria seca de plantas, produtividade e número de folhas, semelhante aos obtidos com o fertilizante mineral e seguido dos esterco bovino e ovino. As maiores doses dos esterco proporcionaram produtividades elevadas até o terceiro cultivo, sendo imprescindível nova aplicação dos mesmos a partir daí.

Quelhas et al. (2018) registraram que o fertilizante orgânico (fundo de granja) foi superior à testemunha e inferior ao esterco bovino nos parâmetros de comprimento de raiz, peso de estrutura foliar com raiz, peso da estrutura foliar e peso de raiz. Montemurro et al. (2010) afirmam que o aumento no volume de raiz proporciona uma maior área de exploração das raízes em busca de nutrientes e de água, o que favorece o melhor desenvolvimento das plantas, visto que a cultura da alface é muito exigente em nutrientes.

Por outro lado, Cardoso et al. (2011) não verificaram efeitos significativos das doses de compostos orgânicos (cama de frango com farelo de soja) na qualidade fisiológica da cultura, porém, observou-se o aumento linear na matéria orgânica do solo. Segundo Kano et al. (2012), a cultura de alface é considerada de baixa adaptação aos solos pobres e com baixa disponibilidade de nutrientes na camada arável.

Segundo Silva et al. (2011), a adubação orgânica não só incrementa a produtividade, mas também produz plantas com características qualitativas melhores que as cultivadas exclusivamente com adubos minerais podendo, portanto, exercer influência sobre a qualidade nutricional da alface.

A adubação orgânica, especialmente o esterco animal, é altamente benéfica a essas culturas de raízes delicadas e exigentes quanto aos aspectos físicos do solo, mas a resposta da alface varia de acordo com a cultivar e a fonte de adubo utilizada (PRADO, 2016) e as condições de fertilidade do solo, como foi registrado neste trabalho.

O solo utilizado neste experimento apresentava acidez elevada, caracterizada pelo baixo $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ (5,16) alto teor de Al^{3+} ($1,41 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Contudo, os tratamentos que não receberam calcário apresentaram efeitos positivos no crescimento da alface até a dose máxima aplicada. Tem-se aqui que o esterco foi capaz de fornecer nutrientes, bem como atenuar os efeitos negativos da acidez deste solo. Aumentos nos teores de bases, bem como do V% do solo, com a adição

de adubos orgânicos, foram registrados por Cardoso et al. (2011), e esses aumentos são admitidos terem ocorridos nesta pesquisa.

A calagem exerceu efeitos positivos na biomassa de alface até a dose de 300mg kg^{-1} de P_2O_5 na MFT e até a dose 200 mg kg^{-1} de P_2O_5 na MST, com tendência de efeitos negativos em ambas as variáveis, nas doses maiores. Na dose 400 mg kg^{-1} de P_2O_5 , há equivalência das produções de alface. Por outro lado, a partir da dose 500 mg kg^{-1} de P_2O_5 , a produção de alface nos tratamentos que receberam calcário foi significativamente menor que as observadas nos tratamentos que não receberam, mostrando ação negativa das altas doses de esterco. Uma das possibilidades é o desequilíbrio de nutrientes, possivelmente cálcio, haja vista o alto teor deste nutriente (16,49%) no esterco de galinha.

Silva et al. (2013), verificaram, avaliando produção orgânica de alface adubada com diferentes tipos de compostos orgânicos, que o emprego de fertilizantes orgânicos contribui para melhorar as propriedades químicas, físicas, físico-químicas e biológicas do solo, por exemplo, as substâncias húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina) são responsáveis por conter a maior parte dos grupamentos reativos da matéria orgânica, por meio dos quais se associam à fração mineral do solo formando complexos argilo-húmicos, responsáveis por desenvolver carga negativa, aumentando a capacidade de troca catiônica, conseqüentemente proporcionando uma maior produção na cultura da alface.

5 CONCLUSÃO

A calagem e a fertilização com esterco exerceram efeitos significativos no crescimento de alface, com interação entre estes fatores. Na ausência de calagem, foram observados efeitos significativos de doses de esterco de galinha no rendimento de matéria fresca e matéria seca da alface até a dose máxima aplicada. Doses elevadas do esterco demonstraram capacidade de fornecer nutrientes para o crescimento das plantas, bem como atenuar os efeitos negativos da acidez do solo, avaliado pela biomassa da alface.

A produção de matéria fresca e matéria seca nos tratamentos que receberam calcário foi menor que a observada nos tratamentos que não receberam calcário, quando as doses de esterco foram superiores a 16 t ha^{-1} de esterco de galinha poedeira, mostrando ação negativa das altas doses de esterco em solo corrigido. O esterco de galinha poedeira substituiu a calagem em solos ácidos, para cultivo de alface crespa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, I. M. de O. *et al.* Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 108-118, maio 2010. Disponível em:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395940103018>. Acesso em: 1º ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**. Relatório de Atividades de 2011 e 2012. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2013.

ALVAREZ V, V.H.A.; RIBEIRO, A. C.; Calagem. *In*: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; V, V.H.A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. MG: Viçosa. p. 43-60. 1999.

BERTONI, J.; NETO, F. L. **Conservação do solo**. 6. ed. São Paulo, SP: 2008. ISBN 978-85-274-0980-3.

Resposta de cultivares de alface a diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 5, n. 2., p. 89-95, dez. 2015.

CALDAS, E. D. Resíduos de pesticidas em alimentos e o *Codex alimentarius*. **Bol. SBCTA**, v.33, 1999.

CARDOSO, A. I. I. *et al.* Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 594-599, set. 2011.

CEZAR, A. D. C. **Produção e teor de nitrato em alface cultivada sob Malhas de sombreamento e aplicação de calcária Carbônica em solos provenientes de sistema orgânico e Convencional**. 22. ed. Maringá, PR: CDD, 2016.

CHABOSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. 2. ed. São Paulo, SP: Expressão Popular, 2012.

CHIARELLO, M. *et al.* Determinação de agrotóxicos na água e sedimentos por hplc-hrms e sua relação com o uso e ocupação do solo. **Química Nova**, v. 40, n. 2, p. 158-165, 2017.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL (DERAL); SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO (SEAB). **Valor bruto de produção agropecuária**. Disponível em:
<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=156>. Acesso em: 20 maio 2018.

FiBL – Research Institute of Organic Agriculture; IFOAM. **International Federation of Organic Agriculture Movements. The world of organic agriculture. Statistics & Emerging Trends 2019**. Frick, Suíça: FiBL, 2019. Disponível em

<https://shop.fibl.org/chen/mwdownloads/download/link/id/1202>. Acesso em: 15 maio 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2013.

GUERRA, W. E. X. **Fertilidade do solo**. Presidente Prudente: GPAGRO, 2015. (GPAGRO, Comunicado Técnico, 1).

GUIMARÃES, A. R. O uso de agrotóxicos e suas implicações nas lavouras de abacaxi no Município de Monte Alegre de Minas (MG). **Espaço em Revista**, v. 15, n. 2, p. 46-60, 2014.

HAMERSCHMIDT, I. *et al.* **Manual Técnico de Olericultura**. Curitiba: 2013. ISBN 798-85-63667-30-4.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: Censo Agropec/IBGE, 2006. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf. Acesso em: 15 maio 2018.

KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BOAS, R. L. Acúmulo de nutrientes e resposta da alface à adubação fosfatada. **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 39-47, set. 2012. ISSN 2175-7925.

MEIRELLES, L. R.; RUPP, L. C. D. **Agricultura Ecológica - Princípios Básicos**. 2005. Disponível em: <http://www.centroecologico.org.br/agricultura.php>. Acesso em: 2 nov. 2018.

MELLO, J. C. *et al.* Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 418-426, dez. 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612003000300022&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 11 abr. 2020.

NATALE, W. *et al.* Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1294-1306, dez. 2012.

OHSEM, S. *et al.* Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agrícola**, v. 58, 2011.

OLIVEIRA, N. G. de *et al.* Plantio direto de alface adubada com “cama” de aviário sobre coberturas vivas de grama e amendoim forrageiro. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 112-117, mar. 2006.

OLIVEIRA, F. de A. *et al.* Desenvolvimento inicial da mamoeira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 206-211, 2009.

PEIXOTO FILHO, J. U. *et al.* Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p.419-424, jan. 2013.

PENTEADO, S. R. **Cultivo ecológico de hortaliças**. 2. ed. Campinas, SP: 2010.

PIGNATI, W. **Não existe uso seguro de agrotóxicos**. 2011. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/44972-nao-existe-uso-seguro-de-agrotoxicos-entrevista-especial>. Acesso em: 2 nov. 2018.

PRADO, R. M.; FILHO, A. B. C. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jabotical: FCAV/CAPES, 2016.

PRIMAVESI, A. M. **Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio**. 2.ed. rev. São Paulo, SP: Expressão Popular, 2016.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo**. 9.ed. 2ª reimpressão. São Paulo, SP: Nobel, 1988.

QUELHAS, L. G. de C.; OLIVEIRA, M. D. R. de. **Desenvolvimento de Plantas de Alface *lactuca sativa* var. Crespa Submetidas a Duas Fontes de Fertilizantes Orgânicos**. Monte Carmelo – MG:2018.

RAIJ, B. V. Acidez e calagem. *In*: VALE, D.W.; SOUSA, J. de I.; PRADO, R. de M. (Coords.). **Manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas**. São Paulo: Jaboticabal, 2010. p. 37-68.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba, SP: 2011. ISBN 978-85-98519-07-4, IPNI.

REIS JUNIOR, J. de R.; TOLEDO, M. V.; SILVA, C. A. da. **Defensivos alternativos para agricultura orgânica**. Curitiba: Instituto EMATER, 2012.

RESENDE, F. V. *et al.* **Cultivo de alface em sistema orgânico de produção: Circular técnica 56**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007.

RODRIGUES, E. T.; CASALI, V. W. D. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 125-128, jul. 1999.

ROSSI, M. **O Alarmante Uso de Agrotóxicos no Brasil Atinge 70% dos Alimentos**. São Paulo: 2015. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2015/04/29/politica/1430321822_851653.html. Acesso em: 2 nov. 2018.

SANTOS, J. O. dos *et al.* A evolução da agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 6, n. 1, p. 35-41, jan./dez. 2012.

SEDIYAMA, M. A. N. *et al.* Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 294-299, 2009.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. *In: NOVAIS, R. F. et al. Fertilidade do solo*. Viçosa, MG: 2007. p. 204-274.

VIANA, E. P. T. **Desempenho de cultivares de alface em diferentes condições ambientais**. Campina Grande, SP: 2012.

VIEIRA, V. C. R.; CURY, D. M. L. Graus dias na cultura do arroz. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETERELOGIA*. Piracicaba, SP: 1997.

ZIECH, A. R. D. *et al.* Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 9, p.948-954, abr. 2014. ISSN 1807-1929.