

Carlos Frederiko Saldanha

Graduando em Engenharia Agrônômica.
Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-
MG, frederiko33@uol.com.br.
<https://orcid.org/0000-0003-0743-9932>

Kátia Daniela Ribeiro

Professora Titular II. Doutora em Engenharia
Agrícola. Centro Universitário de Formiga –
UNIFOR-MG, katiaribeiro@unifor.br.
<https://orcid.org/0000-0003-4111-447X>

EFICÁCIA DO COMPOSTO DE CAMA DE FRANGO COMO ADUBO ORGÂNICO NO CULTIVO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) EM AMBIENTE PROTEGIDO

Resumo: A utilização de cama de frango tem sido adotada como adubo orgânico em diversas culturas, obtendo bons resultados por diversos autores. O presente trabalho objetivou avaliar a eficácia da utilização da cama de frango como adubo orgânico para o cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.), cultivar REGINA 2000, em ambiente protegido, a partir da caracterização da cama de frango, avaliação da fertilidade do solo antes e após a adubação e verificação do incremento de produtividade da cultura devido à adubação orgânica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na cidade de Candeias – MG, consistindo em 6 tratamentos (0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50%) de cama de frango em volume. Amostras de solo dos tratamentos foram coletadas bem como amostras das plantas cultivadas para determinação dos parâmetros de interesse: MO, pH, K, P, massa fresca, massa seca e altura das plantas. Os resultados mostraram influência significativa das doses analisadas no desenvolvimento da cultura da alface, permitindo concluir que a aplicação de cama de frango na proporção de 25% em volume proporcionou o melhor desenvolvimento, garantindo os maiores valores de massa fresca, massa seca e altura das plantas.

Palavras-chave: Adubação. Compostagem. Função de produção.

EFFICACY OF CHICKEN BED COMPOUND AS ORGANIC FERTILIZER IN LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) CROP IN A PROTECTED ENVIRONMENT

Abstract: The use of chicken litter has been adopted as organic fertilizer in several cultures, obtaining good results by several authors. The present work aimed to evaluate the effectiveness of the use of chicken litter as organic fertilizer for the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa* L.), cultivar REGINA 2000, in a protected environment, from the characterization of chicken litter, soil fertility evaluation. before and after fertilization and verification of the increase in crop yield due to organic fertilization. The experiment was conducted in a greenhouse in the city of Candeias, Minas Gerais, Brazil, consisting of 6 treatments (0%, 10%, 20%, 30%, 40% and 50%) of chicken bed by volume. Soil samples of the treatments were collected as well as samples of the cultivated plants to determine the parameters of interest: organic matter, pH, K, P, fresh mass, dry mass, and plant height. The results showed significant influence of the analyzed doses on lettuce crop development, allowing to conclude that the application of chicken litter in the proportion of 25% by volume provided the best development, ensuring the highest values of fresh mass, dry mass, and plant height.

Keywords: Fertilization. Composting. Production function.

Recebido em: 08/02/2021 - Aprovado em: 14/06/2021 - Disponibilizado em: 31/07/2021

INTRODUÇÃO

A atividade avícola vem aumentando gradativamente ao passar dos anos; o desenvolvimento rápido das aves e a aceitação da carne pelo mercado mundial dão a essa atividade um âmbito de preocupação voltada aos seus rejeitos. (PATRICIO et. al., 2012; OLIVEIRA; NÄÄS, 2012).

Os dejetos gerados na atividade avícola devem ser tratados de forma adequada para serem reutilizados como um composto orgânico. Desta forma a compostagem se apresenta com uma excelente alternativa (RODRIGUES et al., 2014; ANDRADE, 2015).

Conforme Aquino (2005), a compostagem é uma técnica praticada pelos agricultores e jardineiros ao longo dos séculos. Restos de vegetais, estrume, restos de cozinha e outros tipos de resíduos orgânicos são ajuntados em pilhas em local adequado e deixados decompondo-se até estarem prontos para serem devolvidos ao solo ou até que o agricultor necessite melhorar a fertilidade do solo. Pode ser definida como um processo biológico aeróbico e controlado de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos para a produção de húmus (VALENTE et al., 2009).

O processo de compostagem é desenvolvido por uma população

diversificada de microrganismos e envolve necessariamente duas fases distintas, sendo a primeira de degradação ativa (necessariamente termofílica) e a segunda de maturação ou cura (ANDREAZZI et al., 2014). Na fase de degradação ativa, a temperatura deve ser controlada a valores termofílicos, na faixa de 45 a 65°C. Já na fase de maturação ou cura, na qual ocorre a humificação da matéria orgânica previamente estabilizada na primeira fase, a temperatura do processo deve permanecer na faixa mesofílica, ou seja, menor que 45°C (RIBEIRO et al., 2017).

Van der Wurff et al. (2016) classificam os processos de compostagem em três bases gerais: utilização de oxigênio (aeróbico e anaeróbico), temperatura (mesofílica e termofílica) e tecnologia empregada (sistema aberto ou compostagem em leiras e fechado ou compostagem mecanizada), de modo que a compostagem aeróbia é caracterizada por altas temperaturas, pela ausência de cheiro e por apresentar uma taxa de decomposição da matéria orgânica mais rápida, quando comparada com a compostagem anaeróbia.

As temperaturas altas desenvolvidas durante a compostagem aeróbia favorecem a eliminação de

microrganismos patogênicos, geralmente presentes nos resíduos orgânicos (COTTA et al., 2015).

A compostagem anaeróbia é caracterizada por baixos valores de temperatura, pela produção de produtos intermediários de odores desagradáveis e pelo maior tempo gasto para a decomposição da matéria orgânica (ORTIZ et al., 2014). Niladri (2019) considera que estas diferenças nas características dos processos de compostagem constituem as principais vantagens da compostagem aeróbia sobre a anaeróbia.

Com relação à tecnologia empregada, têm-se os sistemas abertos de compostagem, que são aqueles nos quais todo o processo é realizado em leiras, em pátio a céu aberto, e os sistemas de compostagem fechados ou mecanizados, que são aqueles em que parte da atividade inicial de degradação da matéria orgânica ocorre em uma unidade fechada denominada de reator, biodigestor ou bioestabilizador (BRUNI, 2005).

A cama de frango é um resíduo orgânico da atividade avícola de elevado potencial poluidor ao meio ambiente quando sua destinação é feita diretamente, na água ou no solo, sem o devido tratamento (OVIEDO-RONDON, 2008). A compostagem desse resíduo e seu reaproveitamento na forma de adubo

orgânico traz benefícios ambientais e econômicos ao passo que reduz a quantidade necessária de adubo químico na lavoura e confere ao mesmo uma destinação final ambientalmente correta (GEDOZ, 2014).

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficácia da utilização da cama de frango como adubo orgânico para o cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.), em ambiente protegido, a partir da caracterização da cama de frango, avaliação da fertilidade do solo antes e após a adubação e verificação do incremento de produtividade da cultura devido à adubação orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Candeias-MG, em ambiente protegido caracterizado por casa de vegetação construída com manta de sombrite 50% nas laterais e, em sua parte superior, coberta com lona plástica siliconada transparente 0%.

Conduziu-se o experimento em vasos plásticos com capacidade de 2L de solo, segundo um delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 3 repetições, totalizando 18 vasos.

Os tratamentos utilizados no experimento foram:

- Tratamento 1 – Grupo Controle 0% (GC): grupo controle absoluto, sem adição de fonte de nutrientes;
- Tratamento 2 – Grupo tratado 10%(GT): Cama de frango (CF) compostada aplicada na proporção equivalente a 10% do volume de solo;
- Tratamento 3 – Grupo tratado 20% (GT): Cama de frango (CF) compostada aplicada na proporção equivalente a 20% do volume de solo;
- Tratamento 4 – Grupo tratado 30% (GT): Cama de frango (CF) compostada aplicada na proporção equivalente a 30% do volume de solo;
- Tratamento 5 – Grupo tratado 40% (GT): Cama de frango (CF) compostada aplicada na proporção equivalente a 40% do volume de solo;
- Tratamento 6 – Grupo tratado 50% (GT): Cama de frango (CF) compostada aplicada na proporção equivalente a 50% do volume de solo.

A coleta da cama de frango foi feita diretamente num galinheiro de um aviário local. A composteira foi construída com 1,20 m de largura, 1,5 m de comprimento e 0,5 m de altura, com paredes laterais constituídas por tela de aço galvanizado, cobertura com telha colonial de PVC e tubulação de fundo para drenagem e coleta do chorume,

instalada a 1,0 m da superfície de solo sobre uma estrutura de concreto.

A cama de frango coletada foi depositada na composteira e submetida aos procedimentos descritos por Brasil (2017) para conversão da cama de frango em composto orgânico.

Durante o processo de compostagem, a umidade do composto foi monitorada através de método tátil, considerando-se o composto como pronto quando ao comprimir-se uma pequena quantidade de composto de cama de frango, formou-se uma estrutura firme e sem esponjamento provocado por líquido característico (chorume).

O chorume coletado foi reintroduzido no composto, diminuindo a carga poluidora e hidratando o composto, onde, ao invés de água, usa-se o chorume em um processo de recirculação.

O revolvimento, para aeração da massa, foi manual e realizado com a utilização de equipamentos de proteção individual.

Quanto ao monitoramento da temperatura, o processo iniciou-se à temperatura ambiente, aumentando gradativamente à medida que a ação dos microrganismos se intensificou. O valor da temperatura ideal é de 55°C, devendo ser evitada a temperatura acima de 65°C por causarem a eliminação dos microrganismos estabilizadores,

responsáveis pela degradação dos resíduos orgânicos. Usando termômetro próprio para compostagem, quando se verificavam temperaturas próximas dos valores não recomendados, a massa era revolvida para aeração e rebaixamento da temperatura.

Após 90 dias, o composto utilizado no experimento estava maturado. O composto pronto foi peneirado e enviado para o laboratório do Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG,

Campus Bambuí-MG, para caracterização de macro e micronutrientes.

Para o plantio da alface, o solo utilizado no experimento foi coletado a 60 centímetros de profundidade, apresentava características homogêneas, livre de impurezas, apropriado para cultivo isolado.

A caracterização dos parâmetros de fertilidade do solo usado no experimento é apresentada na Tabela 1 e a análise textural apresenta-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Parâmetros de fertilidade do solo usado no experimento

| pH | P | K | Ca | Mg | Al | H + AL | M.O. |
|------------------|------------------------------|----|-------|-------------------------------|------|--------|--------|
| H ₂ O | --- mg / dm ³ --- | | ----- | cmolc / dm ³ ----- | | | dag/kg |
| 4,80 | 0,4 | 56 | 0,19 | 0,06 | 0,00 | 2,40 | 0,40 |

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Tabela 2 - Análise e classificação textural do solo usado no experimento

| g/kg | | | Classificação Textual |
|--------|-------|-------|-----------------------|
| Argila | Silte | Areia | |
| 493 | 248 | 259 | Argiloso |

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

O solo foi destorroado e seco ao sol durante três dias consecutivos e, após a secagem, foi peneirado em peneira de malha 2 mm utilizando-se no experimento apenas o material passante pela peneira.

Para o processo de calagem do solo, foi utilizado o calcário dolomítico na proporção de 1 g/L, de modo a corrigir a acidez ativa do solo com água, na relação 1:1.

Após a mistura de solo e calcário, foi adicionado o composto de cama de frango (CCF) em seus respectivos tratamentos, procedendo-se à homogeneização da mistura. Amostras das misturas foram coletadas e encaminhadas para o laboratório de análises químicas Terra Planta Ltda, de Santo Antônio do Monte-MG, para caracterização dos padrões de fertilidade antes do cultivo.

Os vasos foram preenchidos com as misturas de seus respectivos tratamentos de composto de cama de frango e deixados em repouso para estabilização das misturas.

As mudas de alface foram transplantadas após os 15 dias de estabilização da calagem e eventuais reações químicas propostas pelo composto de cama de frango. Utilizaram-se mudas de alface da cultivar Regina 2000.

No interior da casa de vegetação, os vasos plásticos foram dispostos ao acaso, num grid 0,25 m de espaçamento.

A irrigação dos vasos foi realizada por sistema automatizado constituído por um Temporizador Digital Bivolt (modelo TBD – da marca FOXLUX), uma válvula hidráulica eletrônica, quatro microaspersores tipo LEPA distanciados 1m um do outro, num grid quadrado, respeitando-se as devidas sobreposições de lâminas preconizadas pelo fabricante.

Foi aplicada uma lâmina d'água total de 5,13 mm ao dia, distribuídos em 18 etapas de irrigação com tempo de duração de um minuto cada. No período noturno, entre 19h00 e 7h00 da manhã, os intervalos entre as irrigações foi de apenas 60 minutos, e entre 7h00 da manhã e 19h00, os intervalos entre irrigação foram de 120 minutos, visando uma maior eficiência de aplicação do sistema.

Durante o desenvolvimento das mudas, não foram realizadas aplicações de herbicidas nem fungicidas, não sendo constatada presença de pragas ou doenças.

Aos 35 dias do transplântio, amostras de folhas foram coletadas e encaminhadas ao laboratório de análises químicas Terra Planta Ltda, para realização da análise foliar.

Após 35 dias do transplântio, as plantas de alface foram colhidas, acondicionadas em caixa térmica com gelo e encaminhadas para o Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, para determinação da altura, massa fresca (MF) e massa seca (MS). Para a determinação da MS, as plantas de alface foram expostas ao sol durante três dias consecutivos, para prévia desidratação, sendo posteriormente colocadas em estufa a 70° C, por cerca de duas horas, para estabilização do peso.

Após a colheita das alfaces, o substrato de cada vaso, relativo a cada tratamento, foi coletado, homogeneizado para obtenção de uma amostra composta, e encaminhado novamente ao laboratório de análises químicas Terra Planta Ltda para caracterização dos padrões de fertilidade após do cultivo.

Os dados obtidos dos laudos emitidos pelos laboratórios quanto à caracterização do CCF produzido,

fertilidade do solo antes e depois do plantio e análise foliar das plantas foram tabulados e comparados entre si e com a literatura pertinente.

Os dados relativos ao desenvolvimento da cultura (altura da planta, MF e MS) foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, para a comparação das médias. Também foi realizada análise de regressão quadrática para determinação da quantidade ótima de CCF de acordo com os resultados obtidos para os parâmetros de desenvolvimento analisados. Os coeficientes de ajuste

obtidos pela análise de regressão foram ainda submetidos ao teste t de Student para verificação de sua significância. As análises estatísticas dos dados de desenvolvimento da cultura foram realizadas utilizando-se o software SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os resultados da caracterização do CCF produzido nesse experimento quanto aos teores de macro e micronutrientes.

Tabela 3 - Caracterização do composto de cama de frango produzido e usado no experimento

| pH | P | K | Ca | Mg | Al | H + AL | C.O. | M.O. |
|------------------|----------------------------|--------|-------|-----------------------------|------|--------|--------------------|-------|
| H ₂ O | ---mg /dm ³ --- | | ----- | cmolc/dm ³ ----- | | ----- | ----- dag/kg ----- | |
| 7,2 | 980,7 | 4150,0 | 9,54 | 6,16 | 0,00 | 1,45 | 11,22 | 19,35 |

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

O CCF caracterizou-se pela alta concentração de P, K, M.O. e pH satisfatório, indicando-o como uma boa fonte de nutrientes às plantas. No entanto, essas elevadas concentrações de nutrientes devem ser analisadas cautelosamente, pois um aumento nos teores dos nutrientes não implica diretamente em ganho durante o processo produtivo da cultura (ORRICO JÚNIOR et al., 2010), devendo-se sempre analisar

a influência de diferentes doses do composto sobre o desenvolvimento da cultura em questão.

No período em que o experimento foi conduzido, foram observados alguns fatores tais como coloração, crescimento, surgimento de possíveis patologias relacionadas aos estresses hídrico, químico e biológico.

O grupo controle (GC) apresentou coloração esbranquiçada em relação aos

grupos tratados e desenvolvimento retardado.

O grupo tratado (GT) com 10% CCF apresentou coloração verde clara em relação aos demais grupos tratados, crescimento retardado e desordenado.

O grupo tratado (GT) com 20% CCF apresentou coloração verde brilhosa, estável, característica de vegetal saudável e crescimento padronizado.

O grupo tratado (GT) com 30% de CCF apresentou coloração variada entre as plantas do mesmo grupo, porém esverdeada, e algumas plantas apresentaram folhas necrosadas.

O grupo tratado (GT) com 40% de CCF apresentou desenvolvimento individual entre plantas, folhas grossas com tonalidades verde escuro, com alguns indivíduos pouco desenvolvidos ou quase nada.

O grupo tratado (GT) com 50% CCF apresentou desenvolvimento retardado e variado entre todas as plantas.

Observa-se na Tabela 4 os valores médios obtidos para os parâmetros de desenvolvimento da alface analisados no experimento.

Tabela 4 - Valores médios obtidos para a massa fresca (MF), massa seca (MS) e a altura das plantas de alface

| Tratamento | MF (g/planta) | MS (g/planta) | Altura (cm) |
|------------|---------------|---------------|-------------|
| (GC) 0% | 8,67 a | 1,18 a | 5,83 a |
| (GT) 10% | 78,90 b | 9,93 b | 10,00 b |
| (GT) 20% | 195,50 d | 23,18 d | 15,17 b |
| (GT) 30% | 175,17 d | 19,65 c | 13,67 b |
| (GT) 40% | 113,77 c | 11,98 b | 12,33 b |
| (GT) 50% | 25,39 a | 2,41 a | 4,83 a |
| CV (%) | 16,04 | 14,89 | 18,86 |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

O desenvolvimento da cultura da alface foi significativamente influenciado pela dose de CCF aplicada ao solo, observando-se que, de um modo geral, os maiores valores de altura, MF e MS da planta foram obtidos para o tratamento

(GT) 20%, seguido do tratamento (GT) 30%, a partir do qual, o incremento de CCF nas doses passou a prejudicar o desenvolvimento da cultura, corroborando com o encontrado por Oliveira et al. (2006).

Queiroz e Frassetto (2014) relatam que a utilização da cama de frango para adubação orgânica tem potencial na produção agrícola, porém, em doses elevadas, pode ter efeitos tóxicos sobre as mudas, fazendo-se necessário efetuar estudos sobre as dosagens adequadas para cada espécie. Assim, foram ajustados modelos quadráticos para MF, MS e altura das plantas de alface, em função das doses de CCF experimentadas neste estudo, os quais indicaram que as doses de 25,89%, 25,40% e 24,98% levam, respectivamente, ao rendimento de 178,13

g de massa fresca/planta, 20,52 g de massa seca/planta e altura de 14,67 cm/planta, sendo estes os rendimentos ótimos para a cultura nesse experimento. De um modo geral, a dose de 25% de CCF em volume de solo é, segundo os dados desse experimento, a dose ótima que leva a ótimos rendimentos quanto à MF, MS e altura das plantas de alface. A Tabela 5 apresenta as funções de produção (modelos quadráticos de regressão) gerados para os parâmetros de desenvolvimento da alface em função das doses de CCF analisada

Tabela 5 - Equações ajustadas para a matéria fresca (MF, g/planta), matéria seca (MS, g/planta) e altura (H, cm) das plantas de alface em função das doses de composto de cama de frango (CCF, % em volume de solo)

| Equação | R ² |
|---|----------------|
| MF = -0,2688** CCT ² + 13,917** CCT - 2,0071 | 0,9737 |
| MS = -0,0313** CCT ² + 1,59** CCT + 0,3279 | 0,9296 |
| H = -0,0151** CCT ² + 0,7544** CCT + 5,25 | 0,9505 |

** - significativo a 1%.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Através da Tabela 6 é possível observar os resultados da análise foliar relativa a cada tratamento. Com relação ao grupo controle (GC) 0%, todas as doses promoveram uma maior assimilação dos nutrientes pelas plantas, com exceção do manganês (Mn). Luengo et al. (2018) citam que baixos valores para magnésio, boro e manganês encontrados nas folhas apontam para um manejo inadequado do

solo quanto à sua correção e adubação. Uma vez que o CCF não foi caracterizado quanto aos micronutrientes, a correção da fertilidade do solo quanto a esses elementos acabou ocorrendo de maneira empírica, podendo explicar o comportamento dos dados da análise foliar quanto a esses elementos.

Compreende-se que, além de restabelecer a CTC do solo, o composto

aplicado é uma fonte de micro e macronutrientes importantes e pode ser

utilizado, de um modo geral, como adubo orgânico para cultura de alface.

Tabela 6 - Análise foliar

| Tratamento | N | P | K | Ca | Mg | B | Fe | Mn | Cu | Zn |
|------------|----------------------|-------|------|------|-------|---------------------|-------|-------|------|-------|
| | ----- (dag/kg) ----- | | | | | ----- (mg/kg) ----- | | | | |
| GC 0% | 2,90 | 0,079 | 4,31 | 0,88 | 0,200 | 28,84 | 183,6 | 270,4 | 6,40 | 56,00 |
| GT 10% | 3,20 | 0,147 | 5,39 | 0,86 | 0,212 | 40,62 | 272,0 | 221,2 | 7,20 | 78,80 |
| GT 20% | 2,90 | 0,219 | 5,78 | 1,01 | 0,236 | 30,20 | 404,0 | 177,2 | 9,20 | 62,80 |
| GT 30% | 3,20 | 0,286 | 5,88 | 1,04 | 0,276 | 28,69 | 557,6 | 160,4 | 11,6 | 69,60 |
| GT 40% | 3,90 | 0,344 | 6,12 | 0,82 | 0,260 | 34,28 | 481,2 | 157,6 | 10,0 | 74,80 |
| GT 50% | 3,90 | 0,425 | 6,27 | 0,88 | 0,264 | 33,22 | 237,2 | 150,8 | 10,4 | 76,00 |

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

As Tabelas 7 e 8 apresentam, respectivamente, a análise de fertilidade dos tratamentos antes e após a condução do experimento (cultivo da alface).

Observa-se (Tabela 7) que a incorporação de CCF no solo provocou aumento gradativo de pH, P, K, Ca e MO com declínio da acidez potencial. Esse comportamento é desejável, de um modo geral, em termos de adubação.

Oliveira et al. (2014) relatam que, de maneira geral, os compostos orgânicos proporcionam aumento da matéria orgânica no solo e dos teores de fósforo, cálcio e potássio, sendo muito eficientes na melhoria das químicas do solo, como pH, soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases, reduzindo a acidez potencial, corroborando com os dados da Tabela 7.

Tabela 7 - Parâmetros de fertilidade dos tratamentos antes do transplântio das mudas de alface

| Tratamentos | pH | P | K | Ca | Mg | Al | H + AL | M.O. |
|-------------|------------------|----------------------------|------|-----------------------------------|------|-------|--------|--------|
| | H ₂ O | --- mg/dm ³ --- | | ----- cmolc/dm ³ ----- | | ----- | | dag/kg |
| 0% | 5,70 | 0,36 | 60 | 0,90 | 0,30 | 0,00 | 2,50 | 0,89 |
| 10% | 6,50 | 9,66 | 350 | 2,50 | 1,20 | 0,00 | 2,02 | 4,26 |
| 20% | 7,00 | 20,46 | 490 | 3,50 | 0,80 | 0,10 | 1,64 | 5,41 |
| 30% | 7,20 | 36,54 | 582 | 3,40 | 1,30 | 0,10 | 1,64 | 8,20 |
| 40% | 7,30 | 55,68 | 642 | 3,50 | 2,50 | 0,20 | 1,64 | 10,17 |
| 50% | 7,60 | 60,00 | 1200 | 4,20 | 1,70 | 0,10 | 1,33 | 10,85 |

Fonte: dados da pesquisa, (2019).

Tabela 8 - Parâmetros de fertilidade dos tratamentos após a colheita das plantas de alface

| Tratamentos | pH | P | K | Ca | Mg | Al | H + AL | M.O. |
|-------------|------------------|----------------------------|-----|------|-----------------------------------|------|--------|--------|
| | H ₂ O | --- mg/dm ³ --- | | | ----- cmolc/dm ³ ----- | | | dag/kg |
| 0% | 6,40 | 0,32 | 54 | 1,70 | 0,70 | 0,00 | 2,02 | 1,04 |
| 10% | 7,00 | 4,80 | 274 | 3,20 | 1,20 | 0,00 | 1,64 | 2,77 |
| 20% | 7,20 | 15,14 | 370 | 3,80 | 1,10 | 0,00 | 1,48 | 4,51 |
| 30% | 7,50 | 32,90 | 494 | 4,10 | 1,40 | 0,00 | 1,33 | 4,84 |
| 40% | 7,70 | 42,94 | 506 | 3,90 | 1,70 | 0,00 | 1,20 | 5,31 |
| 50% | 7,90 | 55,71 | 628 | 4,20 | 1,80 | 0,00 | 1,08 | 7,95 |

Fonte: dados da pesquisa, (2019).

Os grupos tratados (GT) com 40% e 50% de CCF apresentaram níveis consideráveis de alumínio (Tabela 7), provavelmente oriundos do CCF, já que o grupo controle (GC) não apresentava Al em sua composição. Uma vez que a amostragem para análise das misturas antes do transplântio das mudas foi feita logo após da incorporação também do calcário, não houve tempo para o mesmo reagir e neutralizar o Al. Porém, observa-se na Tabela 8 que o seu efeito de neutralização do alumínio foi atingido para todos os tratamentos.

Comparando-se as Tabelas 7 e 8 observa-se uma diminuição mais expressiva, após o cultivo de alface, para os teores de K, P e MO no solo.

Segundo Queiroz et al. (2017), a alface é uma cultura de ciclo curto e, por isso, é muito exigente em nutrientes, sendo importante a aplicação de adubos orgânicos para atender esta demanda.

Os valores de pH, antes e após o cultivo da alface, apresentaram-se próximos a 6,5, valor considerado excelente para a disponibilização de nutrientes para as plantas na maioria das culturas (LANA et al., 2004).

Houve aumento gradativo do pH e Ca, após o cultivo, nos tratamentos que receberam o CCF, o que pode ser justificado pela formulação da ração oferecida no aviário onde foi coletada a cama de frango, que mostra esses elementos citados como parte da nutrição das aves, sendo esse excretado e incorporado à cama de frango quando não assimilado totalmente pelo organismo das aves.

Observa-se que, mesmo após a colheita da alface, o solo apresenta-se fértil para um novo cultivo da cultura sem a necessidade de novas correções da fertilidade para garantia de uma boa produção, reduzindo o custo de produção

ao produtor. A esse respeito, Peixoto Filho et al. (2013) verificaram, em seu trabalho, que adubações orgânicas com diferentes esterco proporcionaram produtividades elevadas até o terceiro cultivo, sendo imprescindível nova aplicação dos mesmos a partir daí.

CONCLUSÕES

O composto de cama de frango apresentou-se adequado para a adubação orgânica no cultivo da alface, proporcionando a incorporação e

manutenção de nutrientes no solo, mesmo após o fim do ciclo da cultura.

Os parâmetros de desenvolvimentos analisados (massa fresca, massa seca e altura das plantas) foram significativamente influenciados pelas doses de composto de cama de frango incorporadas ao solo.

Para região do município de Candeias, sul de Minas Gerais/MG, recomenda-se a aplicação de 25%, em volume de solo, de composto de cama de frango para a obtenção dos melhores rendimentos da cultura.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. C. **Compostagem como alternativa de disposição final dos resíduos sólidos orgânicos gerados na Embrapa Soja**. 2015. 98 p. Trabalho de Conclusão de Curso - (Bacharelado em Engenharia Ambiental). - Curso de Engenharia Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2015.

ANDREAZZI, M. A. et al. Estudo sobre a qualidade das compostagens de aves mortas na região noroeste do Paraná. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 1649-1657, 2014.

AQUINO, A. M. **Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos**. EMBRAPA. Circular Técnica. n. 12. 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos:**

manual de orientação. Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF: MMA, 2017.

BRUNI, V. C. **Avaliação do processo operacional de compostagem aerada de lodo de esgoto e poda vegetal em reatores fechados**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Recursos Hídrico e Ambiental. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005. 114p.

COTTA, J. A. O. et al. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 65-78, Mar. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

GEDOZ, L. **Gerenciamento de resíduos sólidos gerados em uma propriedade de criação de aves para o abate.** (Monografia), Medianeira, 2014.

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

LUENGO, R. F. A. et al. Determinação de minerais no solo e análise de folhas de couve produzida em Brasília. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, e2017141, 2018.

NILADRI, P. **Composting** [Online First], IntechOpen, 2019. DOI: 10.5772/intechopen.88753. Available from: <<https://www.intechopen.com/online-first/composting>>. Access on 14 nov. 2019.

OLIVEIRA, D. R. M. S., NÄÄS, I. A. Issues of sustainability on the Brazilian broiler meat production chain. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ADVANCES IN PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS, 2012, Rhodes. **Anais. Competitive Manufacturing for Innovative Products and Services: proceedings, Greece: Internacional Federation for Information Processing**, 2012.

OLIVEIRA, L. B. et al. Chemical characteristics of the soil and biomass of lettuce fertilized with organic compounds. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.157-164, 2014.

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

ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 538-545, June, 2010.

ORTIZ, G; VILLAMAR, C. A; VIDAL, G. Odor from anaerobic digestion of swine slurry: influence of pH, temperature and organic loading. **Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)**, Piracicaba, v. 71, n. 6, p. 443-450, Dec. 2014.

OVIEDO-RONDON, E. O. Technologies to mitigate the environmental impact of broiler production. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 37, n. spe, p. 239-252, July 2008.

PATRICIO, I. S. et al. Overview on the performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Revista Brasileira de Ciências Avícola**, v. 4, n. 4, p. 233-238, 2012.

PEIXOTO FILHO, J. U. et al. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista brasileira engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 419-424, Apr. 2013.

QUEIROZ, A. A.; CRUVINEL, V. B.; FIGUEIREDO, K. M. E. Produção de alface americana em função da fertilização com organomineral. **Centro Científico Saber**, v.14, p.1053, 2017.

QUEIROZ, E. S.; FRASSETTO, E. G. **Influência da cama de frango no crescimento de mudas de *Myrsine coriacea***. Rio Verde: UNIRV, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental).

RIBEIRO, N. Q. et al. Microbial additives in the composting process. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 41, n. 2, p. 159-168, Apr. 2017.

RODRIGUES, W. O. P. et al. In:
Enciclopédia Biosfera, Centro Científico
Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.

VALENTE, B. S. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.59-85, 2009.

VAN DER WURFF, A. W. G et al.
Handbook for Composting and Compost Use in Organic Horticulture.
BioGreenhouse COST Action FA 1105,
2016.