



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Francisco Beltrão  
***Curso de Engenharia Ambiental***

---



ALOMA HANCKE

**AVALIAÇÃO DA CAMA DE AVIÁRIO IN NATURA E COMPOSTADA  
NA PRODUÇÃO DE CENOURA (*Daucus carota L.*)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2018

ALOMA HANCKE

**AVALIAÇÃO DA CAMA DE AVIÁRIO IN NATURA E COMPOSTADA  
NA PRODUÇÃO DE CENOURA (*Daucus carota L.*)**

Projeto referente ao Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão.

Orientador: Prof. Dr. Hernan Vielmo

Coorientadora: Prof. Msc. Priscila Soraia da Conceição

Coorientadora: Prof. Dr. Naimara Vieira do Prado

FRANCISCO BELTRÃO

2018



---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2**

**Avaliação da cama de aviário in natura e compostada na produção  
de cenoura (*Daucus carota L.*)**

por

**Aloma Hancke**

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 8 horas e 30 minutos, do dia 18 de junho de 2018, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca Avaliadora:

---

**Hernan Vielmo**  
(Presidente da Banca)

---

**Naimara Viera do Prado**  
(Membro da Banca)

---

**Davi Zacarias de Souza**  
(Membro da Banca)

---

**Denise Andréia Szymczak**  
(Professora responsável pelo TCC e Coordenadora do Curso de Engenharia Ambiental)

“Pequenas causas, grandes efeitos. Os equilíbrios da natureza estão suspensos por um fio.”

*Roger Heim*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente aos meus pais José Carlos e Ilonir, que sempre estiveram comigo, me apoiando e me incentivando com todo o seu amor a ir em busca deste sonho e nunca mediram esforços nas horas em que precisei.

A minha irmã Alana, pela compreensão, confiança, amor e apoio.

A minha amiga Jaqueline, pelas inúmeras vezes que ouviu meus desabafos nos momentos de desespero e sempre esteve comigo, me motivando a continuar e tornando tudo mais simples. Além de ser aquela amiga irmã, com a qual posso contar sempre.

A minha amiga Tamires, por ouvir meu anseio na escolha do tema e me mostrar que sim era possível realizar esse trabalho, mesmo achando que o tempo seria meu maior desafio.

A minha amiga Aline, pelas inúmeras vezes que me ouviu e me auxiliou sempre com boa vontade.

Ao meu orientador, por ter aceitado me auxiliar neste trabalho, dedicando seu tempo para tirar minhas dúvidas, sanar meus anseios e tornar tudo mais simples, deixando-me sempre mais calma.

A minhas coorientadoras, pela contribuição com esse trabalho, bem como, todos os momentos de crescimento pessoal e profissional.

Aos funcionários do viveiro municipal de Francisco Beltrão, por terem disponibilizado o espaço para a realização do experimento deste trabalho, em especial o Senhor João que acompanhou o experimento comigo.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Dois Vizinhos e Pato Branco, pelo auxílio na realização das análises químicas do solo e dos adubos orgânicos.

E, de modo geral, a todos os amigos, professores, colegas, família, que de alguma forma contribuíram com a realização deste trabalho e minha formação acadêmica.

## RESUMO

HANCKE, Aloma. **Avaliação da cama de aviário in natura e compostada na produção de cenoura (*Daucus carota L.*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2018.

A produção avícola brasileira destaca-se mundialmente, sendo o segundo maior produtor de frango de corte. No país a atividade é intensa, especialmente na Região Sul, em que o estado do Paraná tem sido destaque. Assim como outras atividades, a avicultura gera grandes quantidades de resíduos, em sua maioria provenientes das excreções das aves. Este resíduo pode ser uma excelente fonte de nutrientes ao solo quando se conhece suas propriedades e é aplicado corretamente, mas caso não se tenham esses controles, pode proporcionar sérios impactos ambientais. Deste modo, a proposta foi avaliar e comparar o comportamento da cama de aviário in natura e compostada, com a adubação química convencional, quando aplicados em solo da região Centro Sul do Paraná, e ainda, avaliar a influência destes no desenvolvimento de cenoura (*Daucus carota L.*). A cama de aviário in natura, foi obtida de um empreendimento avícola da Região Centro Sul do Paraná, sendo parte dele destinado ao tratamento de compostagem enquanto o restante permaneceu em repouso. Após a obtenção da cama de aviário compostada, as mesmas foram aplicadas em quantias iguais ( $5 \text{ g.kg}^{-1}$  de solo) a 2,8 kg de solo, e após transferidas para vasos de PVC com 30 cm de comprimento onde foi feita a semeadura da cultura da cenoura. O delineamento utilizado, foi o inteiramente casualizado com três tratamentos (cama de aviário in natura, cama de aviário compostada e adubação química) e cinco repetições. O experimento foi monitorado semanalmente por 63 dias, onde foram avaliadas as características químicas do solo e parâmetros morfológicos da cenoura. A partir das análises realizadas, foi possível verificar que as adubações orgânicas não diferiram estatisticamente da adubação química nos parâmetros morfológicos da cultura da cenoura analisados. No que diz respeito aos parâmetros químicos do solo, as concentrações de K, P e MO não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, no entanto as disponibilidades de Al diminuíram, enquanto os níveis do Ca, Mg e  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  aumentaram significativamente, nos tratamentos orgânicos em relação ao tratamento químico. Deste modo, foi possível concluir que os tratamentos orgânicos apresentam desempenho similar quando comparados aos modelos convencionais, sendo assim, este estudo vem para corroborar com os modelos agroecológicos no cultivo de hortaliças.

**Palavras-chave:** Adubo orgânico. Cenoura. Modelos agroecológicos.

## ABSTRACT

HANCKE, Aloma. Evaluation of the aviaries bed fresh and composted in the production of carrots (*Daucus carota* L.). Course Completion Work (undergraduate) - Bachelor in Environmental Engineering. Federal Technological University of Paraná. Francisco Beltrão, 2018.

*Brazilian poultry production stands out worldwide, being the second largest chicken producer. In the country the activity is intense, mainly in the South Region, that in the state of Paraná has been highlighted. Like other activities, poultry farming generates large amounts of waste, mostly from bird excretions. This residue can be an excellent source of nutrients to the soil when its properties are known and applied correctly, but if you do not have these controls you can have serious environmental impacts. In this way, the proposal was to evaluate and compare the behavior of the aviaries bed fresh and composted with conventional chemical fertilization when applied to soil in the Southern Center region of Paraná, and to evaluate their influence on the development of carrot (*Daucus carota* L.). The poultry bed in natura was obtained from a poultry enterprise in the Central South Region of Paraná, part of it destined to the treatment of composting, while the remaining remained in rest. After obtaining the composted aviaries bed, they were applied in equal amounts ( $5 \text{ g.kg}^{-1}$  of soil) to 2.8 kg of soil and afterwards, transferred to PVC vessels 30 cm long where the sowing of the carrot culture was done. The experimental design was a completely randomized design with three treatments (poultry bed in natura, composted and chemical fertilization) and five replications. The experiment was monitored weekly for 63 days, where the chemical soil characteristics and the morphological parameters of the carrot were evaluated. From the analyzes, it was possible to verify that the organic fertilizations did not differ statistically of the chemical fertilization in the morphological parameters of the carrot culture analyzed. Concerning the chemical parameters of the soil, the concentrations of K, P and OM did not present significant difference between the treatments, however the availability of Al decreased while the levels of Ca, Mg and  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  increased significantly in organic treatments relative to the chemical treatment. In this way, it was possible to conclude that the organic treatments present similar performance when compared to the conventional models. Thus, this study comes to corroborate with the agroecological models of vegetable cultivation.*

**Keywords:** Organic fertilizer. Carrot. Agroecological models.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização da área experimental da UTFPR – FB .....	24
Figura 2 - Vista da casa de vegetação do Viveiro Municipal de Francisco Beltrão/PR .....	25
Figura 3 - Localização do empreendimento avícola que forneceu a cama de aviário. ....	25
Figura 4 - A. Composto maturado exposto ao sol para secagem. B. Composto peneirado .....	27
Figura 5 - Configuração do tratamento a ser utilizado no experimento .....	28
Figura 6 - Vaso utilizado no experimento .....	28
Figura 7 - Variação do teor de água, teor de sólidos e pH, ao longo do processo de compostagem.....	33



## LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Resultados da caracterização do solo utilizado no estudo.....	29
Tabela 2 - Doses de corretivos e adubos aplicados em vasos com 2,8 Kg .....	29
Tabela 3 - Composição química dos compostos.....	34
Tabela 4 - Médias e desvio padrão dos parâmetros analisados no solo com diferentes adubações.....	35
Tabela 5 - Médias e desvio padrão dos parâmetros morfológicos analisados na cultura da cenoura .....	39
Tabela 6 - Médias e desvio padrão dos parâmetros morfológicos analisados na cultura da cenoura .....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS

**ABPA** – Associação brasileira de proteína animal

**Al** – Alumínio

**BNDES** – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

**C/N** – Carbono/Nitrogênio

**Ca** – Cálcio

**H<sub>2</sub>O** – Água

**K** – Potássio

**MAPA** – Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento

**Mg** – Magnésio

**Mn** – Manganês

**MO** – Matéria orgânica

**N** – Nitrogênio

**P** – Fósforo

**V%** - Soma de bases

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
2.1 Objetivo geral .....	8
2.2 Objetivos Específicos .....	8
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>9</b>
3.1 Evolução das perspectivas agroecológicas .....	9
3.2 Setor avícola.....	11
3.2.1 Cama de aviário.....	13
3.3 Compostagem .....	15
3.3.1 Fatores que influenciam a compostagem .....	17
3.4 A interação dos adubos orgânicos com o solo.....	19
3.5 Influência dos compostos orgânicos na produção de cenoura .....	22
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
4.1 Local de estudo.....	24
4.2 Aquisição da cama de aviário e da poda .....	25
4.3 Compostagem da cama de aviário .....	26
4.4 Delineamento experimental .....	27
4.5 Montagem do experimento.....	28
4.6 Avaliação do efeito do composto no solo .....	30
4.7 Avaliação do efeito dos tratamentos no desenvolvimento da cenoura ....	31
4.8 Métodos estatísticos para a avaliação dos dados .....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>32</b>
5.1 Compostagem da cama de aviário e avaliação do composto pronto .....	32
5.2 Avaliação do efeito da cama de aviário in natura e compostada em comparativo com a adubação química .....	34
5.3 Efeito dos tratamentos nos parâmetros morfológicos da cenoura .....	38
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>
<b>APÊNDICE A - Compostagem .....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE B – Montagem do experimento.....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução das sociedades, alinhada ao aumento populacional, promoveu a expansão das cidades, provocada pelo êxodo rural. Tais mudanças no modelo de vida proporcionaram a concentração das terras e, conseqüentemente, o desenvolvimento das monoculturas e atividades agropecuárias.

Essas alterações no sistema, muitas vezes, efetuaram-se sem a devida preocupação com os problemas socioambientais, proporcionando diversos impactos negativos, como o uso desenfreado de fertilizantes químicos e agrotóxicos, além do aumento da geração de resíduos. A produção em larga escala de alimentos, potencializou problemas como, poluição do solo, da água e do ar, além de proporcionar riscos à saúde humana.

A concentração populacional na zona urbana, associada a alta produção rural, ao consumismo e a manutenção deste novo sistema, propiciou uma geração de resíduos, incompatível com a capacidade de regeneração do ambiente, comprometendo também os recursos naturais e a qualidade de vida.

Vislumbrando os problemas socioambientais que este modelo de evolução vem proporcionando, a agroecologia surge para propor alternativas de produção e evolução, com menores impactos negativos. Dentre as práticas estabelecidas por este modelo de produção, está a utilização de resíduos orgânicos como agregados ao solo, na produção de alimentos.

Um resíduo orgânico gerado em grandes quantidades, é a cama de frango, também conhecida como cama de aviário. Oriunda da produção de frango, a cama de aviário é composta por um material suporte e os dejetos dos animais. Tal material, em função da dieta das aves, apresenta altas taxas de nitrogênio.

O nitrogênio quando na forma amoniacal, pode ser rapidamente oxidado a nitrato, configurando um potencial altamente poluidor, via lixiviação e escoamento superficial, chegando aos mananciais provocam a eutrofização e, até mesmo, a contaminação do lençol freático, (AITA et al., 2013 apud ASING et al., 2008). Portanto, para a utilização do mesmo in natura, alguns cuidados devem ser tomados, como o conhecimento da necessidade do solo a ser aplicado e a disponibilidade de nutrientes do resíduo a ser utilizado como adubo.

Uma vez que, os impactos oriundos da utilização inadequado da cama de frango podem trazer consigo prejuízos em diferentes escalas ao ecossistema,

observa-se à importância de trata-lo antes da aplicação ao solo. Um tratamento eficaz a este resíduo é a compostagem, conjunto de técnicas, para o monitoramento de fatores influenciáveis na degradação microbiológica da matéria orgânica, a fim de tornar o processo mais rápido e eficiente, garantindo ao final do processo um composto nutritivo.

Esse composto, comumente tratado como adubo, também pode ser empregado na produção agroecológica. Essa ciência, de valorização das atividades em pequenas propriedades com mão de obra familiar, conta comumente com a produção de hortaliças.

Dentre as hortaliças mais comercializadas, encontra-se a cenoura (*Daucus carota L.*), por seu intenso valor nutricional e sabor agradável. É uma leguminosa que apresenta como parte comestível sua raiz de cor alaranjada, caracterizada especialmente, pelo seu alto teor de betacaroteno, substância necessária à produção de vitamina A pelo nosso organismo, além de cálcio, sódio e potássio.

Logo, compostos orgânicos, como a cama de aviário, são uma opção para à redução da utilização de fertilizantes químicos, além de fornecerem adequadas condições nutricionais às plantas e melhorarem as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da adição de cama de aviário in natura e compostada no desenvolvimento da cultura de cenoura.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Verificar a qualidade do composto final da cama de aviário compostada, utilizando como base os parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa nº 25 (BRASIL, 2009);
- Avaliar o efeito da cama de aviário in natura e compostada nas características químicas do solo, nos seguintes parâmetros: potássio (K), fósforo (P), alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), pH, matéria orgânica (MO) e soma de bases (V%);
- Comparar o efeito das adubações orgânicas com a adubação química, sobre as características químicas do solo;
- Comparar o efeito do composto de cama de aviário e da cama in natura, sobre o desenvolvimento da cenoura (*Daucus carota L.*).

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Evolução das perspectivas agroecológicas

Na era primitiva, à população nômade tinha o solo como um recurso de locomoção, produção de frutos, tintas e produtos cerâmicos. Já após a última era glacial, em que grande parte dos humanos começaram a fixar-se em territórios e produzir seu alimento, iniciou-se então o desenvolvimento e a preocupação com a agricultura e os solos. Hoje, o solo continua sendo um recurso natural de grande importância, pois maior parte dos alimentos direta ou indiretamente provém dos campos (LEPSCH, 2010).

A partir da I Guerra Mundial, o contexto urbano sofreu processos de inovações industriais. Mais tarde, por volta da década 1950, esses avanços passam a influenciar na implantação de novas práticas e tecnologias também no meio rural, promovendo à chamada revolução verde. Modelo de produção baseado no uso extensivo de agrotóxicos e sementes modificadas, na busca de minimizar os custos e aumentar os lucros. Entretanto essa modernização trouxe consigo além de desenvolvimentos tecnológicos, problemas de ordem social, econômica e ambiental, despertando o início de novas reflexões na sociedade (SAQUET et al., 2010).

Observando a evolução dos modelos de produção, percebe-se, que a preocupação em manter um ecossistema ecologicamente equilibrado vem aumentando gradativamente, ganhando força e amparo legal. Em 20 de agosto de 2012, foi instituído o decreto nº 7.794, regulamentando a Política Nacional de Agroecologia de Produção Orgânica (PNAPO), a fim de integrar e adequar políticas, ações e programas que visem uma produção orgânica de base agroecológica, com o uso sustentável dos recursos naturais na produção de alimentos saudáveis, valorizando o desenvolvimento rural inclusivo (BRASIL, 2012).

Antes mesmo, em 23 de dezembro de 2003, instituiu-se a lei nº 10.831, à qual dispõe sobre a agricultura orgânica. Tendo como finalidade a oferta de produtos saudáveis livres de contaminantes intencionais, priorizando a preservação da diversidade biológica dos ecossistemas naturais, por meio da utilização de técnicas mecânicas, biológicas e culturais, inibindo o uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes (BRASIL, 2003).

A agroecologia teve várias definições na evolução do contexto histórico. Hoje é considerada uma ciência dinâmica em construção transdisciplinar, integrando diversas ciências e até mesmo o conhecimento tradicional validado por metodologias científicas, para demarcar um novo foco, com respostas às situações convergentes as necessidades humanas da sociedade de hoje (EMBRAPA, 2006).

É importante salientar, que a agroecologia e a agricultura orgânica são diferentes, mesmo muitas vezes sendo tratadas como análogas. A agroecologia visa sempre a sustentabilidade ecológica, cultural, política, econômica e ética, dedicando-se à estudos que relacionem sociedade e natureza, baseando-se em pequenas propriedades de mão-de-obra familiar, com sistemas produtivos adaptados às condições locais. Já à agricultura orgânica, prevê a não utilização de elementos geneticamente modificados e produtos químicos, no entanto, não se isenta de aplicar-se nos moldes da agricultura convencional ou da monocultura (SAQUET et al., 2010).

A agroecologia atualmente constitui-se de movimentos de construção do conhecimento, relativizando ou eliminando conceitos e elementos que culturalmente, socialmente e ambientalmente, comprovaram-se negativos. Desta forma, vem instigando a geração de métodos inovadores e até mesmo à recontextualização de conhecimentos acumulados, oferecendo bases para a amplificação dos sistemas de produção, que visam a redução da degradação social e ecológica (EMBRAPA, 2006).

Constituir uma produção sustentável, usufruindo dos recursos naturais sem ocasionar impactos negativos adversos, é necessário manter preservado a estrutura por meio de técnicas conservacionistas. O uso de fertilizantes naturais, caracterizam essa minimização dos impactos, pois proporcionam uma maior retenção de umidade, além de uma melhor desenvoltura do sistema radicular, volume e massa das plantas (MALHEIROS et al., 2014).

Com o desenvolvimento dos conceitos agroecológicos, o cultivo de hortaliças vem tornando-se altamente intensivo, pois proporciona o uso contínuo do solo com vários ciclos naturais consecutivos (COSTA et al., 2012). Outro fator contribuinte para a expansão do mercado de produtos orgânicos é o florescimento da conscientização dos consumidores por alimentos saudáveis e seguros, livres de contaminantes químicos e microbiológicos (AMBROSANO et al., 2008).

Esta atividade, emprega continuamente o uso dos solos, sendo de grande importância o conhecimento das quantidades empregadas de fertilizantes, a fim de



evitar desequilíbrios nutricionais nas plantas, a redução da produtividade e os impactos ao ambiente (COSTA et al., 2012).

Neste modelo de produção, resíduos orgânicos, são muito utilizados ainda crus, entretanto é necessário um maior cuidado quando aplicados sem tratamento, pois podem apresentar relações de carbono/nitrogênio (C/N) muito baixas ou muito altas. Se a relação for baixa haverá um danoso desprendimento de amônia à planta, já se o oposto acontecer, ocorrerá o consumo de nitrogênio do solo pelos microrganismos, tornando o nutriente escasso às plantas, podendo resultar no amarelamento das folhas (MALHEIROS et al., 2014).

A agroecologia vem se consolidando e tornando-se uma técnica de referência na produção de hortaliças. Dentre as hortaliças de raízes tuberosas, a cenoura tem se destacado. É uma hortaliça herbácea de cultivo anual, de raiz tuberosa, lisa, reta, carnuda e sem ramificações, além de apresentar textura macia e paladar agradável (EMBRAPA, 2003, 2008).

A cenoura (*Daucus carota L.*) pertence à família das Apiáceas e merece destaque pelo seu alto poder nutricional. Caracterizada por uma das principais fontes naturais de carotenóides, como o  $\beta$ -caroteno, que após ingerido é convertido em vitamina A, fundamental na manutenção da pele e das mucosas, além de auxiliar na melhoria da visão e no crescimento dos tecidos corporais. Estas características tornam a cenoura uma hortaliça de grande importância socioeconômica no cenário do agronegócio brasileiro, sendo uma das cinco hortaliças mais consumidas (GUIMARÃES et al., 2012).

### **3.2 Setor avícola**

O setor avícola inicialmente caracterizado por uma atividade artesanal e de pouca relevância econômica, começa a se desenvolver e tornar-se atrativo a partir de 1940, período marcado pela Segunda Guerra Mundial. Tempo este, em que a carne vermelha era redirecionada para o consumo dos soldados no combate, tornando-se necessário a produção de carnes alternativas para o consumo imediato da população. Os países envolvidos no advento, deram início a uma grande revolução na produção da carne de frango, resultando em uma expansão complexa do sistema avícola, pela difusão avançada da tecnologia no ramo (BNDES, 1995).

Desde então, a cadeia de produção de carne de frango, tem acompanhado o crescimento e a demanda interna e externa, pelo aumento do nível de urbanização, renda, diversificação das dietas e mudanças de hábitos alimentares da população. O Brasil acompanhou todo esse desenvolvimento, tornando-se atualmente o segundo maior produtor mundial de carne de frango, produzindo um total de 12,9 milhões de toneladas em 2016, ficando atrás apenas dos EUA com uma produção de 18,2 milhões de toneladas (ABPA, 2017).

O estado do Paraná tem se destacado no contexto brasileiro de produção avícola, consistindo no principal estado em abate e processamento do país, além de destaque nas exportações de carne de frango, pela sua estrutura cooperativa bastante consolidada. Desde 2003 o Paraná se destaca como maior produtor de carne de frango do país, responsável por 33,43% do total produzido em 2016 (ABPA, 2017).

Como alternativa a alta demanda de alimentos, em especial o frango, surgiram os confinamentos, permitindo uma maior produção em uma menor área. Em contraponto, estes sistemas com alta densidade animal provocam sérios problemas ambientais, configurando alterações físicas, químicas e biológicas ao meio, pela disposição inadequada dos resíduos *in natura* no ambiente. No entanto, quando submetidos a tecnologias de tratamento apropriadas, os riscos podem ser mitigados por meio da estabilização da matéria em descarte, podendo tornar-se um fertilizante orgânico (VALENTE et al., 2016).

No Brasil, a atividade avícola apresentou uma rápida evolução, deixando de ser artesanal e tornando-se de ponta em tecnologia. Neste âmbito, é possível observar que atualmente no país os produtores configuram-se em independentes e integrados. No sistema independente, a aquisição dos insumos de produção é efetuada pelo criador, responsável por todo o processo, desde a criação até a comercialização (JUNIOR, 2014).

Enquanto o sistema integrado, configura-se em uma parceria entre empresas e pequenos produtores, onde o produtor (integrado) fornece infraestrutura (galpões, equipamentos, água e energia) e responsabiliza-se na criação dos animais, e a empresa (integradora) responsabiliza-se pela comercialização e fornecimento de insumos (JUNIOR, 2014).

Este mesmo autor, evidencia o volume de resíduos gerado pela atividade avícola, oriundos do manejo habitual do processo, podendo ser cama de frango, aves mortas, embalagens, efluentes e outros, oportunos a impactos ambientais. Dentre

esses, a cama de frango merece atenção especial, pelo maior percentual de contribuição no resíduo gerado.

### 3.2.1 Cama de aviário

A produção avícola, gera volumes elevados de cama de aviário, estimada por Aires (2013) em cerca de 2,19 kg de cama avícola em matéria natural para cada frango de corte. Este material que contém excrementos, penas, ração desperdiçada e material absorvente usado sobre os pisos dos aviários, pode conter inúmeros patógenos e contaminantes, sendo neste setor os indicadores mais frequentes a *Escherichia coli*, *Salmonella* e a oocistos de eimérias, e produtos veterinários utilizados na ração dos animais (HANHN et al., 2012).

No passado, era comum a destinação da cama de frango para a alimentação de ruminantes. No entanto, com a epidemia de Encefalopatia Espongiforme Bovina, popularmente conhecida como o “mal da vaca louca”, proveniente da presença de ingredientes de origem animal na cama, possivelmente pelo desperdício de ração dos comedouros das aves, aprovou-se a Instrução Normativa nº08 (BRASIL, 2004), proibindo a comercialização deste produto para a alimentação animal.

Na agricultura tem-se utilizado a cama de aviário *in natura* como fertilizante. No entanto, quando aplicada sem critérios, ocorre a redução da eficiência do potencial nutricional do resíduo, pela rapidez da oxidação do nitrogênio amoniacal em nitrato e das transformações microbianas (ROGETI et al., 2015), além da possível emissão de gases do efeito estufa como o N<sub>2</sub>O (óxido nitroso) e a contaminação por agentes patogênicos. Desta forma, percebe-se que uma destinação viável e adequada é a compostagem, proporcionando o aproveitamento dos nutrientes presentes, como o N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio) (JUNIOR, 2014).

Segundo este mesmo autor, quando aplicado em excesso ou de modo inadequado, este resíduo resulta em elevadas cargas de amônia e de nitrato. O nitrato solubilizado torna-se mais preocupante, pois é facilmente transportado pela solução do solo para a rede de drenagem podendo contaminar os suprimentos de água potável, além de ser preferencialmente absorvido pelas plantas. Águas contaminadas por nitrato, quando ingeridas em constância, podem causar intoxicação e o aumento dos riscos de câncer no trato gastrointestinal, além de encarecerem os custos de

produção pela necessidade de tratamento para retirada quando os teores são muito elevados.

A Portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011), que contempla os procedimentos e responsabilidades sobre o controle e à vigilância da qualidade da água para o consumo humano, prevê uma concentração de nitrato de até 10 mg.L<sup>-1</sup>, e uma ausência em 100 mL de *coliformes* e *Escherichia coli*, patógenos possíveis quando se fala em cama de frango.

Além do nitrato, os corpos hídricos estão sujeitos a contaminação por amônia, pelo escoamento da água pluvial, o qual arrasta este elemento até os corpos hídricos. Deste modo, a Resolução CONAMA 357/2005, considera um limite de 3,7 mg.L<sup>-1</sup> (para pH de 7,5) de nitrogênio amoniacal nos corpos d'água classe 1 e 2 de água doce (BRASIL, 2005).

Outro elemento presente na cama de frango é o P, podendo se tornar um grave problema quando o material é aplicado em quantias maiores que o nível máximo necessário para o desenvolvimento de plantas e capacidade de absorção pelo solo. O excedente lixiviado para os corpos hídricos, é o principal responsável pelo processo de eutrofização (JUNIOR, 2014).

Entretanto, Zamberlam (2001) afirma que os impactos negativos que a aplicação de esterco cru pode ocasionar, só são concretizados se estes forem aplicados diretamente na cultura sem um período médio de descanso de 20 dias e em quantias maiores que as necessárias pelo cultivo. O período de descanso é necessário para a realização da primeira fase de decomposição do material. Afirma ainda que os esterco constituem um potencial maior de recuperação do solo, sendo o de frango o mais rico em nutrientes, apresentando cerca de 1,50 % de nitrogênio, 1,00 % de fósforo e 0,40 % de potássio.

Deste modo a cama de frango quando não mais reaproveitada no processo de produção avícola, torna-se um resíduo passível de tratamento, potencializando a minimização de seus impactos. Assim, é classificada pela Lei nº 12.305/10, a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, quanto a origem e a periculosidade. De acordo com a origem é classificado como resíduo agrossilvopastoril, e em relação à periculosidade como resíduo perigoso, pela patogenicidade (BRASIL, 2010).

Considerando a possível presença de patógenos na cama de frango, os avicultores que atuam em parceria com integradoras, realizam o manejo da cama e dos galpões de acordo com as especificações das mesmas. A integradora é

responsável pelo acompanhamento da qualidade da cama, sendo que, a reutilização deste substrato pode variar de 4 a 8 vezes (lotes). Algumas integradoras permitem o uso por até 15 lotes, desde que, parte da cama seja substituída na sétima ou décima reutilização (JUNIOR, 2014).

O estudo realizado por Lima (2014) atesta o potencial da cama de aviário tratada como melhoradora na qualidade física, química e biológica do solo, além de condicionante na produção das culturas de milho e soja. No entanto Júnior (2014) frisa a importância do conhecimento da quantidade de nutrientes que este material apresenta, pois, aplicações em excesso podem acarretar uma extrapolação da capacidade do solo em receber nutrientes e resultar em impactos, como os citados anteriormente.

Assim, percebe-se a importância de estudos para a determinação das doses de cama de aviário a serem utilizadas para suprir adequadamente as necessidades de N no solo, pelo conhecimento da capacidade de mineralização e dos teores de N (ROGETI et al., 2015).

### **3.3 Compostagem**

Desde o século XIX, diferentes formas de agricultura com características ecológicas, se desenvolveram paralelamente à agricultura pautada pelo uso de agrotóxicos e fertilizantes. Entretanto, estas práticas só ficaram conhecidas a partir das evidências dos danos causados pelo uso excessivo de produtos químicos. Uma técnica difundida no modelo de agricultura ecológica é a compostagem, processo de transformação da matéria orgânica em compostos de características nutritivas às plantas (SILVA et al., 2015).

Nesse contexto o artigo 225, do capítulo VI, da Constituição Federal Brasileira (BRASIL,1988), prevê que todos têm direito a um ambiente ecologicamente equilibrado. Assim, técnicas de proteção ao ambiente estão em consonância com o que preconiza a constituição.

Um exemplo legal dessas perspectivas foi a instituição da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, instituída pela Lei 12.305 (BRASIL, 2010), a qual tem como um de seus instrumentos o monitoramento e fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária,

embasada nos princípios de prevenção e precaução para o desenvolvimento sustentável.

Tem como um de seus objetivos, a reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos, incentivando o uso de insumos derivados de materiais recicláveis, além de apresentar algumas alternativas de tratamento, como a compostagem, visando minimizar os danos à saúde pública e impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

E, tal técnica, a partir da preocupação ambiental e das perspectivas agroecológicas, vem se difundindo. Vale destacar que tal tratamento foi desenvolvido com a finalidade de se obter mais rapidamente e com melhores condições, a estabilização da matéria orgânica (KIEHL, 1998).

Sobre a descrição do tratamento, o processo de compostagem, consiste na ação dos microrganismos na decomposição de materiais orgânicos, de origem animal e vegetal, sob a ação de componentes físicos ou químicos. Esse processo pode ocorrer de modo anaeróbio, em que os microrganismos realizam o processo na ausência do oxigênio e em baixas temperaturas, exalando odores e mais lentamente. Ou, pode ocorrer aerobiamente, quando há a presença de oxigênio e temperaturas mais elevadas, resultando em um processo mais rápido e adequado, com odores menos agressivos (MONTEIRO, 2001).

Casumbá e Xavier (2012) evidenciam ainda que, se o processo de degradação acontecer controladamente, resultará em húmus de cor escura, com odor de terra, benéfico para o solo e às plantas, fornecendo nutrientes essenciais, além de condicionar propriedades físicas e biológicas ao solo (OLIVEIRA et al., 2008).

Quando utilizada na zona rural, pelos pequenos produtores, a técnica é relevante para manter o equilíbrio do ecossistema, bem como a saúde dos seres humanos. Os resíduos orgânicos, muitas vezes, são descartados a céu aberto, favorecendo o desenvolvimento de bactérias, vermes e fungos, além de insetos, ratos e outros animais transmissores de doenças (SILVA et al., 2015).

Quando se tem grandes gerações de resíduos orgânicos, essa técnica torna-se ainda mais relevante, pois proporciona uma redução significativa da massa e volume (OLIVEIRA et al., 2015). Pode ainda gerar renda com a venda do composto, podendo ser utilizado no solo, de forma útil e viável, com vantagens a médio e longo prazo em função da relação custo/benefício (SILVA et al., 2015).

Esse tratamento, de degradação aeróbia dos materiais orgânicos completa-se com, aproximadamente, 90 a 120 dias. Tempo este que depende, principalmente, da

proporção de carbono/nitrogênio (C/N) presente no processo (OLIVEIRA et al., 2008) e da ação dos microrganismos, sendo a intensidade desta atividade, dependente de condições favoráveis de temperatura, teor de água, aeração e pH (KIEHL, 1998).

Silva et al. (2015) retratam alguns parâmetros essenciais para o bom desenvolvimento do processo de decomposição, garantindo a integridade do composto final, em um menor tempo, sendo eles a relação C/N, teor de água; temperatura e aeração. Pedrosa et al. (2013) também destacam a importância desses fatores, e complementam com os parâmetros de pH e granulometria.

### 3.3.1 Fatores que influenciam a compostagem

Dentre os elementos que compõem os resíduos utilizados na compostagem, o carbono e o nitrogênio recebem grande atenção. O carbono é responsável em fornecer matéria orgânica e energia, enquanto o nitrogênio favorece o crescimento dos microrganismos (OLIVEIRA et al., 2008).

Oliveira et al. (2015) trazem que a relação de C/N ideal está na faixa de 30/1, considerando a necessidade dos microrganismos. Para que o processo ocorra, esses utilizam um nitrogênio para sintetizar 10 carbonos e constituir seu protoplasma, e aproximadamente 20 carbonos para obter energia. Esta relação proporciona uma condição adequada para o bom desenvolvimento do processo, em um menor período de tempo, por possibilitar um maior florescimento dos microrganismos (SILVA et al., 2015).

Para que o tratamento se desenvolva adequadamente, atingindo a relação de C/N necessária inicialmente, Cooper et al. (2010) sugerem que sejam utilizadas proporções de volume de três partes de C para uma de N. Já a instrução normativa nº 25 (BRASIL, 2009), regulamenta que a relação C/N do composto, isto é, o material depois de tratado não deve exceder 20/1, para que este possa ser considerado um fertilizante orgânico.

Outro parâmetro de alta relevância na decomposição dos materiais é o teor de água, responsável por proporcionar ambientes adequados à sobrevivência e estadia dos microrganismos. Silva et al. (2015) apresentam como teor adequado, a faixa de 40 a 60%. Uma vez, que acima de 60%, ocorre a redução de oxigênio pelo encharcamento, e abaixo de 40%, há reduções da atividade microbiana.

Pelo fato do resíduo em tratamento tender a perder teor de água devido à evaporação sofrida pela exposição ao calor, em períodos quentes, Oliveira et al. (2008) sugerem que se inicie o processo com a umidade entre 50 e 60%.

Assim como os demais parâmetros, a aeração é essencial no processo, posto que, favorece um controle adequado do teor de água e temperatura (SILVA et al., 2015), além de estimular a ação dos microrganismos pela introdução de oxigênio do ambiente para dentro da massa (MALHEIROS et al., 2014).

A aeração pode ser promovida pelo revolvimento da massa em tratamento, que também é responsável por homogeneizá-la uniformizando a umidade e a comunidade de microrganismos, desfazendo diferentes camadas estratificadas. Deste modo, é responsável pela remoção do excesso de gás carbônico, e introdução de ar atmosférico rico em oxigênio (KIEHL, 1998).

Outro indicativo importante de que o tratamento está acontecendo de modo adequado é a temperatura. No processo de compostagem é oriunda da ação energética dos microrganismos. Faixas muito extremas de temperaturas podem danificar a atividade de degradação, sendo necessário seu controle por meio de outros parâmetros, como a umidade e aeração (OLIVEIRA et al., 2008).

A faixa de temperatura mais adequada para o bom desempenho dos microrganismos na decomposição é entre 50 e 60 °C. Quando ultrapassado os 70 °C, o desenvolvimento do processo fica comprometido, pelo fato de que, temperaturas elevadas proporcionam a eliminação de grande parte dos microrganismos, inibindo a atividade (SILVA et al., 2015).

No início do processo, tem-se a predominância de microrganismos que degeneram os componentes solúveis e rapidamente degradáveis, chamados mesófilos, e a energia produzida por eles resulta em uma temperatura que pode chegar a 45 °C num período de 2 a 3 dias, sendo chamada de fase mesófila.

Quando a temperatura alcança valores superiores a 45°C, os organismos mesófilos dão lugar aos termófilos, responsáveis por uma degradação em maior proporção, transformando polissacarídeos em subprodutos mais simples, configurando a fase termófila (JUNIOR, 2014).

O pH é outro parâmetro observado no desenvolvimento da compostagem, pois o comportamento do mesmo remete as características dos materiais iniciais. Geralmente, a matéria orgânica utilizada no processo de compostagem é ácida, ou



seja, com valores de pH baixos. A medida que a degradação ocorre, acontece um aumento desses valores, passando pelo neutro e alcançando o básico (KIEHL, 1998).

Cerca de 98% do nitrogênio encontra-se na forma orgânica e, durante o processo, transforma-se em nitrogênio amídico e, depois, em nitrogênio amoniacal, elevando ainda mais o pH, característica da reação alcalina da amônia (KIEHL, 1998).

Outra característica dos materiais é a granulometria, definida por Kiehl (1998) como sendo uma proporção relativa de diferentes tamanhos de partículas existentes e separáveis por peneiramento, podendo também ser denominada como o tamanho das partículas, ou, de modo mais técnico, a sua textura.

A dimensão das partículas dos materiais utilizados no processo de compostagem é uma característica fundamental, pois a decomposição inicia-se junto à superfície das partículas, ou seja, onde o substrato está acessível aos microrganismos. Portanto, partículas pequenas apresentam uma superfície específica maior, sendo decompostas mais rapidamente, por facilitar o ataque microbiano (OLIVEIRA et al., 2008).

Assim, sugere-se que para o processo de compostagem, os materiais não tenham dimensões superiores a 3 cm de diâmetro (OLIVEIRA et al., 2008), nem sejam tão pequenas, pois na prática uma granulometria muito fina pode acarretar sérios problemas na aeração, compactação e encharcamento (KIEHL, 1998).

Outro parâmetro relevante para este tipo de tratamento, destacado por Araújo et al. (2017), é o teor de sólidos voláteis, forma indireta de determinar a quantidade de matéria orgânica a ser degradada nos resíduos sólidos. Assim, quanto maior for o teor inicial de sólidos voláteis, maior será a quantidade de matéria orgânica a ser degradada durante o tratamento.

### **3.4 A interação dos adubos orgânicos com o solo**

O solo é um sistema dinâmico com inter-relações complexas entre seus componentes químicos, físicos e biológicos. É composto por diversos elementos minerais e sua fertilidade só é garantida quando seus fatores estiverem em equilíbrio. A simples presença do elemento nutritivo no solo, não garante a nutrição da planta, pois a absorção e mineralização são tão importantes quanto (PRIMAVESI, 2002).

Este mesmo autor, complementa que os inúmeros minerais que compõem o solo, podem estar na forma de cristais intatos (inacessíveis as plantas), ou ainda em forma alterada para combinação com outros minerais a se precipitarem ou dissolverem. Sendo um erro acreditar que são apenas nutritivas as plantas, pois muitos elementos existentes podem ser mobilizados ou tornar-se tóxicos.

Ainda em consonância com Primavesi (2002) verifica-se a importância da utilização de adubos para o bom desempenho das culturas. Entretanto, deve-se tomar muito cuidado na aplicação destes, pois, sabe-se que os adubos possuem efeito fisiologicamente ácido ou alcalino ao solo, dependendo do resíduo não absorvido.

A acidificação ocorre pela mobilização do alumínio e manganês trocáveis, além da acidificação direta formada pela maior absorção pelas plantas e excreção de ácidos pelas raízes ao solo. Esses prejuízos ocorrem essencialmente na utilização de uma adubação convencional de NPK, não complementada de calagem e adubação orgânica (PRIMAVESI, 2002).

A aplicação de compostos orgânicos ao solo, proporciona diversos benefícios sobre as propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas. Dentre as propriedades físicas pode-se citar a melhoria da estrutura, aeração, drenagem interna e armazenamento de água. Nas condições químicas dos solos, esses compostos proporcionam o enriquecimento gradual do solo com macro e micronutrientes. Já sobre as propriedades físico-químicas, melhora a adsorção de nutrientes e a capacidade de troca de cátions (CTC), diminuindo a lixiviação de nutrientes causadas pela chuva. E, ainda, aumentam a biodiversidade de micro-organismos úteis que agem na liberação de nutrientes às plantas e auxiliam no controle de parasitas que atacam as raízes das plantas (TRANI et al., 2013).

A origem dos fertilizantes orgânicos, caracteriza a composição variável de cada um, de acordo com seu processamento antes da aplicação. De modo geral, quando submetidos às mesmas condições de temperatura ambiente e umidade do solo, produtos de origem vegetal sofrem um processo de mineralização menos acelerado que produtos de origem animal. A mineralização no solo de nutrientes como fósforo e nitrogênio, varia de acordo com a relação C/N do composto orgânico (TRANI et al., 2013).

Materiais oriundos da compostagem mineralizam-se lentamente, onde, as substâncias húmicas atuam na complexação de Al e Mn trocáveis, reduzindo a ação tóxica destes temporariamente, liberando gradativamente nutrientes às plantas.

Entretanto, estes compostos apresentam ações bem mais amplas que apenas fornecer nutrientes às plantas, atuam na retenção de água no solo, aumentam a capacidade de troca de cátions, além de promover o controle de microrganismos patogênicos (AQUINO E ASSIS, 2005).

Aquino e Assis (2005) salientam ainda, que a velocidade de mineralização do composto, varia de acordo com a textura, grau de degradação do solo, cultura a ser beneficiada, intensidade das chuvas, quantidade aplicada, além do clima da região, quanto mais quente maior será a mineralização.

Já a aplicação da cama de frango in natura no solo, pode proporcionar o aumento da atividade microbiana, e ainda com o passar do tempo incrementar acúmulos de carbono orgânico e melhorar a capacidade de troca de cátions, favorecendo assim a produtividade das plantas (SCHERER e NESI, 2008).

Contudo, a salinidade da cama de aviário, juntamente com outros fenômenos propiciados durante o processo de degradação no solo, podem afetar o desenvolvimento de plantas, pelo o aumento da temperatura e pH. Porém, quando esse material é submetido a compostagem esses fatores desaparecem, por proporcionar uma maior disponibilidade de nutrientes (SANCHUKI, 2011).

O aumento da salinidade da cama de aviário, afeta no crescimento radicular, pela redução do potencial de água no substrato. Mas, a volatilização de N na forma de amônia, com o consumo de O<sub>2</sub> e liberação de CO<sub>2</sub> na fase gasosa da decomposição aeróbica, também pode contribuir para a redução do crescimento radicular (BRUGNARA, 2014).

Um indicador destas e outras condições do solo é o pH (potencial hidrogeniônico). O pH, nada mais é, que a disponibilidade de ions de hidrogênio (H<sup>+</sup>) livres, dissociados. Sendo assim, quando um solo possui poucos ions de cálcio (Ca<sup>++</sup>), magnésio (Mg<sup>++</sup>), sódio (Na<sup>+</sup>) e potássio (K<sup>+</sup>) e muitos ions H<sup>+</sup>, caracteriza-se ácido e o inverso alcalino. Entretanto, não se pode concluir a concentração de cátions com base no pH, pois esta depende essencialmente do complexo de troca (PRIMAVESI, 2002).

Normalmente fertilizantes orgânicos não apresentam quantidades balanceadas de nutrientes, prejudicando o fornecimento de alguns deles as culturas. A aplicação de doses elevadas, supririam a falta de alguns nutrientes, mas não o balanceamento (AQUINO E ASSIS, 2005).

Em solos mais ácidos, com valores de Al maiores que  $3 \text{ mol}_e \text{ dm}^{-3}$  e pH abaixo de 4,5 os compostos, são geralmente insuficientes para realizar o controle, sendo necessário realizar a calagem (AQUINO E ASSIS, 2005). A calagem é uma prática de aplicação de calcário, a fim de, aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas, além de corrigir a acidez do solo (RIBEIRO et al., 1999).

Já a performance do P no solo é complexa, compreende processos de adsorção-dessorção, imobilização-mineralização e precipitação-solubilização. Com o compartilhamento eletrônico com diferentes graus de energia de ligação favorecem a interação entre o oxigênio do fosfato e o cátion do grupo funcional, principalmente o alumínio dos argilominerais. A adsorção ocorre pelo mecanismo da troca ligante, envolvendo a saída do  $\text{OH}^-$  ou  $\text{H}_2\text{O}$  e a entrada do íon fosfato (BERWANGER et al. 2008).

Deste modo, a adição de adubos orgânicos no solo reflete em sua estrutura, mantendo a umidade e temperatura equilibrada, sendo considerado a chave para a fertilidade deste. Além do mais este modelo de adubação é uma boa alternativa do ponto de vista econômico, pela ciclagem de carbono e nutrientes (PEREIRA, NETO E NOBREGA, 2013).

### **3.5 Influência dos adubos orgânicos na produção de cenoura**

Geralmente na produção de hortaliças os produtores utilizam grandes quantias de fertilizantes, entretanto, na maioria das vezes, não consideram as análises de nutrientes do solo e as exigências da planta, podendo assim gerar desequilíbrios nutricionais e impactos ao ambiente (contaminação do solo e da água). Por sua vez, o cultivo da cenoura também sofre estes descuidos, que conseqüentemente podem ocasionar a redução da produção (JUNIO et al., 2015).

Em contrapartida, Pereira, Neto e Nóbrega (2013) recomendam que antes da aplicação ao solo, os resíduos orgânicos recebam algum processo de tratamento (compostagem e vermicompostagem) ou sejam aplicados só quando estiverem curtidos. Em complemento, Aquino e Assis (2005) salientam, que quando aplicado incorporado ao solo no cultivo de hortaliças e outros, a adubação orgânica atua nas propriedades físicas, químicas e biológicas sem ocasionar danos às culturas.

Além do mais, a utilização de fertilizantes orgânicos na produção de cenoura, proporciona o aumento de matéria orgânica no solo, permitindo a melhor distribuição do sistema radicular e maior penetração (ARAÚJO et al., 2004). A cama de aviário quando utilizada na produção desta hortaliça, favorece o crescimento vegetativo, tais como a altura, comprimento e diâmetro (JAEGGI et al., 2014).

A cenoura em sua produção, apresenta exigências nutricionais, sendo o fósforo um dos nutrientes que mais limita a produtividade, pelo desenvolvimento anormal das raízes, mesmo sendo exigido em quantias menores que N e K (NASCIMENTO et al., 2015).

Outro elemento que pode influenciar diretamente na produtividade da cenoura é o potássio, este que em concentrações elevadas pode ocasionar o aumento de sais na solução do solo, promovendo assim a redução da absorção de outros cátions e consequentemente a diminuição da produção (FERREIRA et al., 2016).

O potássio desempenha função nas células, tecidos e na regulação osmótica, contribui no balanço de cátions e ânions, estimula a absorção, assimilação de nitrogênio proporcionando melhor produtividade, além de auxiliar na abertura e fechamento dos estômatos e relações hídricas da planta (VIANA E KIEHL, 2010).

Já o Cálcio apresenta importante papel na estrutura da planta como neutralizador de ácidos orgânicos, além de integrante da parede celular incrementando resistência mecânica aos tecidos (SILVA et al., 2017). Além do mais, o Ca como elemento de equilíbrio, contribui no aumento da absorção de potássio e nitrogênio nítrico, sendo benéfico também na absorção de sódio, magnésio e manganês, pois nenhuma planta dispensa o equilíbrio entre os cátions e ânions de um solo (PRIMAVESI, 2002).

Assim, Matos et al. (2011) afirmam que a cultura da cenoura se desenvolve bem com a adubação orgânica, entretanto deve-se ter o cuidado para que estes estejam bem curtidos e não acarretarem prejuízos a cultura. Complementa ainda, que a adubação orgânica com cama de aviário, além de ser rica em nutrientes, não contamina o solo com sementes de plantas invasoras.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Com o intuito de atingir os objetivos traçados para o presente trabalho, o método de pesquisa utilizado foi quantitativo. A metodologia de coleta de dados, constituiu de análises semanais no período de monitoramento do tratamento de compostagem do resíduo avícola; análise preliminar de caracterização da cama de aviário in natura; do composto pronto e do solo; análises químicas do solo após 60 dias de aplicação dos substratos; e avaliações morfológicas da hortaliça.

### 4.1 Local de estudo

A primeira etapa do experimento foi conduzida na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Francisco Beltrão (Figura 1) no período de outubro a dezembro de 2017. Foi instalado e monitorado o experimento de compostagem da cama de aviário, obtendo-se o substrato posteriormente aplicado no solo.

Também na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Francisco Beltrão, montou-se o início da segunda etapa do experimento (fevereiro de 2018), a implementação dos vasos e a semeadura da cenoura.

Figura 1- Localização da área experimental da UTFPR – FB



Fonte: Google Earth, 10/2017 (26° 5'18.56"S, 53° 5'23.79"O)

Após oito dias da semeadura da hortaliça, o experimento foi levado ao Viveiro Municipal, onde o mesmo permaneceu por 55 dias em casa de vegetação (Figura 2) para um maior controle dos fatores influenciáveis.

Figura 2 - Vista da casa de vegetação do Viveiro Municipal de Francisco Beltrão/PR

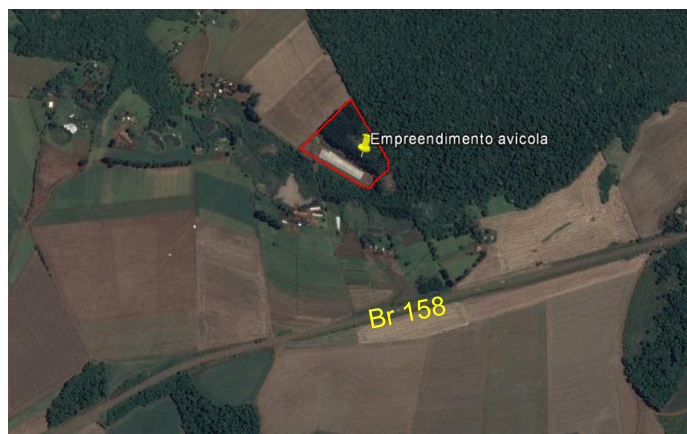


Fonte: Autoria própria

#### 4.2 Aquisição da cama de aviário e da poda

A cama de aviário utilizada in natura e na compostagem foi confeccionada com maravalha, e adquirida no mês de setembro de 2017, com uma idade de 7 lotes, oriunda de um aviário de corte, onde o confinamento dura de 40 a 45 dias com intervalo de sete dias entre os lotes. A coleta se deu em um empreendimento avícola do município de Rio Bonito do Iguaçu – PR, mais propriamente na comunidade Linha Kailer, pertencente ao distrito de Campo do Bugre (Figura 3).

Figura 3 - Localização do empreendimento avícola que forneceu a cama de aviário.



Fonte: Google Earth, 10/2017 (25°27'37,41''S, 52°28'46,21''O)

A poda vegetal de origem urbana foi disponibilizada pela prefeitura do município de Francisco Beltrão, proveniente da manutenção da vegetação do perímetro urbano, utilizada no processo de compostagem da cama de aviário.

### **4.3 Compostagem da cama de aviário**

O tratamento foi montado no início de outubro, no formato tradicional de pilha, onde contou com camadas alternadas de cama de aviário (resíduo de maior interesse), caracterizando a fonte de nitrogênio e poda vegetal de origem urbana como como fonte de carbono.

As grandezas adotadas de cada resíduo na montagem da pilha, se deram em volume, sendo, 30 L de poda vegetal para 10 L de cama de aviário. Esse volume correspondeu a uma massa total de 33,180 Kg, sendo 14,180 Kg de poda e 19 Kg de cama de aviário, com respectivos teores de água de 11,73% e 17,16%.

As atividades de monitoramento da compostagem foram realizadas semanalmente. Para garantir um teor de água adequado, molhou-se a pilha de acordo com necessidade observada, a partir de análise laboratorial e do tato. Os parâmetros acompanhados foram de pH, teor de água e teor de sólidos voláteis, de acordo com as metodologias instruídas por Silva (2009).

Inicialmente, revolveu-se a pilha duas vezes na semana, para promover aeração. Após 46 dias, observou-se uma diminuição da temperatura, indicando que o processo estava iniciando a maturação, portanto, reduziu-se a aeração para uma vez na semana.

As coletas das amostras para as análises, ocorreram sempre no primeiro reviramento da semana, proporcionando a aquisição de material em diferentes pontos da pilha (superfície, meio e base). Foram homogeneizadas em um recipiente, quarteadas e encaminhadas para o Laboratório de Águas e Efluentes, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão, onde realizou-se as análises de pH, teor de água e teor de sólidos voláteis. As técnicas utilizadas foram instruídas por Silva (2009).

Para a determinação do pH, pesou-se 10g em triplicata, do resíduo amostrado e quarteado, adicionou-se 20ml de água destilada, agitou-se por 5 minutos com o auxílio do bastão de vidro, e o deixou em repouso por 15 minutos, e posteriormente fez-se a leitura com o auxílio do pHmetro.



Na determinação do teor de água, pesou-se 10g em triplicatas do resíduo amostrado e quarterado e levou-se a estufa a temperatura de 60 a 65 °C, por 24 horas. Calculou-se o teor de água (Equação 1).

$$\text{Teor de água(\%)} = \frac{(10 - \text{massa seca em estufa})}{10} * 100 \quad (1)$$

Para a obtenção do teor de sólidos voláteis, utilizou-se as amostras resultantes do teor de água, estas foram trituradas e peneiradas, para a obtenção de 2g da amostra em cadinhos, levados à mufla por duas horas, a uma temperatura de 550°C. Após determinou-se o teor de sólidos (Equação 2).

$$\text{Teor de sólidos(\%)} = \frac{(2g - \text{massa seca em mufla})}{2g} * 100 \quad (2)$$

Quando estabilizado, o composto foi esparramado ao sol para secar e posteriormente peneirado, com o intuito de obter-se uma granulometria mais homogênea para a aplicação ao solo (Figura 4A e 4B).

Figura 4 - A. Composto maturado exposto ao sol para secagem. B. Composto peneirado



Fonte: Autoria própria

#### 4.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco repetições (Figura 5). Os tratamentos foram diferentes tipos de adubação, sendo eles a cama de aviário in natura (em repouso por cinco meses)

(Tratamento 1), cama de aviário compostada (Tratamento 2) e adubação química com nitrogênio, fósforo e potássio (Tratamento 3).

Figura 5 - Configuração do tratamento a ser utilizado no experimento

T3R3	T2R2	T1R5	T3R2	T2R1
T1R1	T3R5	T2R5	T1R2	T3R4
T2R4	T1R4	T3R1	T2R3	T1R3

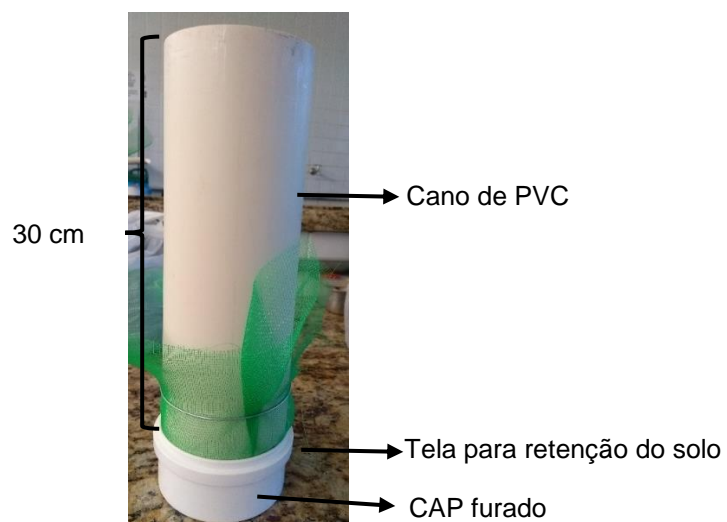
Obs: T- Tratamento; R- Repetição.

Fonte: Autoria própria

#### 4.5 Montagem do experimento

Os vasos foram montados a partir de uma barra de 6 metros de PVC, a qual foi cortada em pedaços de 30 a 30 cm. Em uma das aberturas dos pedaços de cano de PVC, fixou-se com o auxílio de um arrame a tela para retenção do solo, e na sequência tampou-se a mesma superfície com o CAP furado, a fim de dar maior sustentabilidade a estrutura (Figura 6).

Figura 6 - Vaso utilizado no experimento



Fonte: Autoria própria

O solo utilizado, foi coletado de uma área sem vegetação, anteriormente cultivada com eucaliptos. A coleta ocorreu em configuração aleatória com o auxílio de uma pá e o armazenado em sacos plásticos, em um local reservado. Uma pequena quantia de cada uma das amostras foi coletada, homogeneizada e encaminhada para análise de caracterização química no Laboratório de Solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco.

Com o resultado da análise de caracterização (Tabela 1), percebeu-se a necessidade de correção química do solo antes da semeadura da hortaliça. Em função do baixo pH e baixo teor de fósforo (P), foi feita a correção com o calcário Calcítico, composto de cálcio (mínimo) 320 g/kg, cálcio (máximo) 340 g/kg, magnésio (máximo) 40 g/kg e matéria mineral (mínimo) 960 g/kg, e com o Super fosfato triplo a 30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Tabela 1 - Resultados da caracterização do solo utilizado no estudo

<b>Parâmetro</b>	<b>K</b>	<b>P</b>	<b>Al</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>pH<sub>H2O</sub></b>	<b>MO</b>
	----- Mg/kg -----		----- Cmol <sub>c</sub> /kg -----				--%--
Resultado	215,05	1,97	0,55	1,70	1,10	4,3	4,3

Fonte: Autoria própria

As doses aplicadas de corretivos e adubo química (Tratamento 3), foram calculados de acordo com Costa e Oliveira (2001) e o programa de auxílio de cálculo de fertilizantes e corretivos Cadub 2.1 (Tabela 02). Os adubos orgânicos, foram aplicados de acordo com as especificações da Embrapa e do Senar, os quais recomendam 10 t/ha, correspondente a 5 g de composto para cada kg de solo (Tabela 2).

Tabela 2 - Doses de corretivos e adubos aplicados em vasos com 2,8 Kg

	<b>Quantidade (g)</b>	
<b>Corretivos</b>	Calcário calcítico	10,36
	Fósforo	0,55
<b>Adubos</b>	Cama de aviário in natura	14
	Cama de aviário compostada	14
	Químico 2-20-10 (NPK)	1,07

Fonte: Autoria própria

A aplicação dos corretivos foi realizada juntamente com a aplicação dos adubos. Estes foram pesados e diluídos em quatro porções de solo, de aproximadamente 200g, 500g, 1000g e 1100g, a fim de garantir uma melhor homogeneidade. A mistura foi reservada por cerca de 18 horas em sacos plásticos. Após esse período, foi colocado a mistura de solo com corretivos e adubo nos vasos até a borda, deu-se três pancadas e preencheu-se com a mistura. Realizou-se esse procedimento para todos os três tratamentos e suas respectivas repetições, totalizando quinze vasos.

Após, semeou-se três sementes da cultivar cenoura Brasília Calibrada Média (de verão, com pureza de 99,4%) em cada um dos vasos. Em seguida irrigou-se, proporcionando a umidade adequada para a germinação. O experimento foi mantido em laboratório por oito dias, após foram levados ao viveiro municipal, com condições de temperatura e umidade adequadas.

Aos vinte e cinco dias da semeadura fez-se o desbaste das mudas de cenoura, mantendo apenas uma hortaliça por vaso. Aos trinta e sete dias da semeadura foi aplicado cerca de 0,23 g de uréia ao tratamento químico, seguindo as recomendações de Costa e Oliveira (2001).

#### **4.6 Avaliação do efeito do composto no solo**

O solo utilizado no experimento é oriundo da região Centro Sul Paranaense, mais propriamente do município de Rio Bonito do Iguaçu, onde os solos são procedentes de derrames basálticos. Como citado anteriormente uma amostra foi encaminhada para a caracterização química no Laboratório de Solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco (Tabela 1).

Após o período de 63 dias da aplicação dos adubos nas porções de solo, as misturas foram retiradas dos vasos e homogeneizadas em sacos de lixo. Após, retirou-se uma porção de cada tratamento e sua respectiva repetição e, encaminhou-as para o Laboratório de Solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos para as análises químicas de K, P, Al, Ca, Mg,  $pH_{H_2O}$  e MO (Tabela 4).

#### **4.7 Avaliação do efeito dos tratamentos no desenvolvimento da cenoura**

Após 60 dias da semeadura, as hortaliças foram retiradas dos substratos e sequencialmente analisou-se as características morfológicas de: comprimento de raiz; altura da planta; diâmetro de raízes; massa verde da parte aérea; massa seca da parte aérea; massa verde da raiz; e massa seca da raiz.

O comprimento das raízes foi obtido com o auxílio de um paquímetro digital, onde mediu-se toda a extensão da raiz, da ponta até o início do colo. A altura da planta também foi obtida com a utilização do paquímetro digital, através da distância entre o ápice da folha e a base do colo da raiz.

Para obter-se o diâmetro da raiz, realizou-se a média do diâmetro da parte superior, do meio e da parte inferior das raízes. Esses valores também foram obtidos com a utilização de um paquímetro digital.

A matéria fresca tanto da parte aérea, quanto da raiz, foi obtida por meio da pesagem em balança analítica da matéria fresca. Já para a obtenção da matéria seca da parte aérea e da raiz, estas foram submetidas a secagem em estufa a 65°C, até peso constante.

#### **4.8 Métodos estatísticos para a avaliação dos dados**

Os dados obtidos com as análises do solo posteriores a aplicação do experimento e as avaliações morfológicas da cenoura, foram submetidos a análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Além do mais, verificou-se a normalidade dos resultados por Shapiro-Wilk e a homocedasticidade pelo teste de Bartlett. Para a realização das análises utilizou-se o software R.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Compostagem da cama de aviário e avaliação do composto pronto

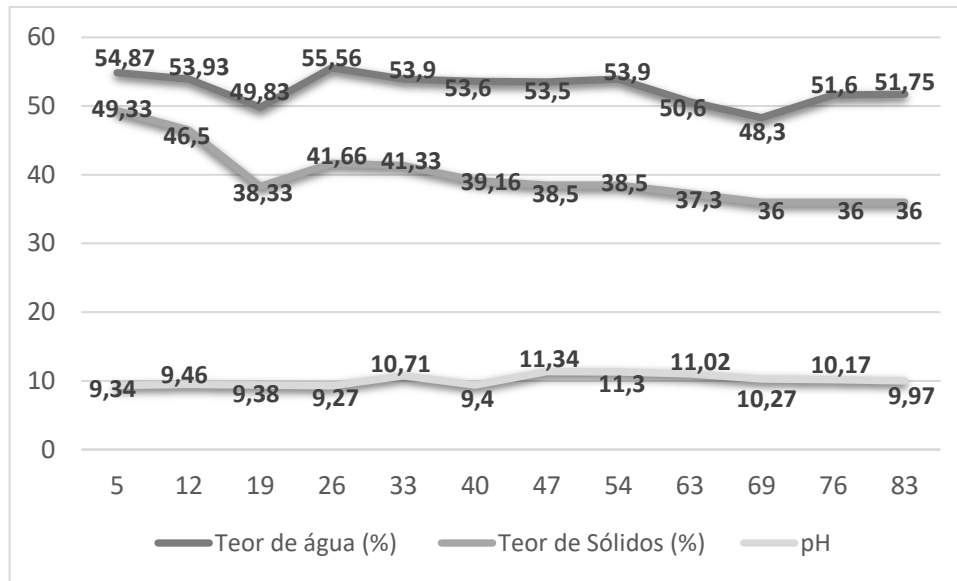
O tratamento de compostagem da cama de aviário contou com um monitoramento de 83 dias. Ao longo deste período, foi possível verificar a mudança de fase do processo, pelas análises laboratoriais de teor de sólidos e pH, além dos fatores de coloração e temperatura que foram observados pelas propriedades organolépticas de visão e tato.

O tratamento de compostagem da cama de aviário com poda vegetal de origem urbana, proporcionou uma redução da massa de 35,3 %, entretanto, de acordo com Kiehl (1998) a média de redução da massa esperada seria cerca de 50 %. A baixa redução do volume, possivelmente se deu pela granulometria da poda, sendo maior que a indicada.

Em um estudo comparativo, da redução da massa no tratamento de compostagem dos resíduos sólidos domiciliares, com poda triturada e não triturada, Souza e Gomes (2016) evidenciaram, um maior percentual de redução de massa, com o tratamento de poda triturada, ou seja, de menor granulometria e maior superfície específica.

O teor de água durante o processo, é essencial para garantir o bom desempenho do processo natural de degradação. Durante o período de tratamento, o teor de água da massa foi mantido na faixa de 48 a 60% (Figura 7), estando em conformidade com o intervalo (40 a 60%) recomendada por Silva et al. (2015).

Figura 7 - Variação do teor de água, teor de sólidos e pH, ao longo do processo de compostagem



Fonte: Autoria própria.

Quanto ao parâmetro de teor de sólidos voláteis, obteve-se uma variação de 27,3%. Assim como a redução da massa, a diminuição do teor de sólidos voláteis, indica a eficiência do processo, uma vez que, de acordo com Pereira Neto (2007), deve haver uma redução média de 40%, para que o processo seja considerado satisfatório. O decaimento deste parâmetro, aos dezanove dias de tratamento, seguido de um novo aumento na semana seguinte, pode estar associado ao decaimento do teor de água, associado a um erro amostral.

Durante a fase inicial da compostagem, foi observado os menores valores de pH, finalizando com um pH 9,97. A manutenção do pH alcalino pode ter ocorrido pela absorção do excesso de Ca proveniente do  $\text{CaSO}_4$ , da cama de aviário, pela atividade das glândulas calcíferas. Ou ainda, pela produção de hidroxilas durante hidrólise da amônia em amônio, aumentando a concentração de N contribuindo para o aumento do pH (VALENTE et al., 2016).

O composto maturado apresentou uma redução de 38,9% dos teores de N (Tabela 3). Segundo Aquino e Assis (2005) as perdas de N se deram na forma de amônia, produzida pela de-aminação dos aminoácidos proteicos corroborando com as condições de pH maiores que 7,0 e temperatura na faixa de 60°C. Rosa (2015) em um trabalho de compostagem de cama de aviário com aplicações de sulfato de alumínio, observou que com o aumento das doses de sulfato de alumínio aumentou-se as concentrações de N.

Tabela 3 - Composição química dos compostos

	<b>N (%)</b>	<b>P (%)</b>	<b>K (%)</b>	<b>pH (CaCl 0,01 M)</b>
<b>Cama de aviário in natura</b>	2,11	1,76	3,46	9,5
<b>Compostada</b>	1,30	1,49	1,30	8,5

Fonte: Autoria própria

O potássio (K) sofreu uma redução de 62,4% com o processo, o inverso ao encontrado por Sunada et al. (2014), onde observaram um aumento nos teores de K pela concentração do nutriente em função da redução da matéria orgânica, pelo processo de compostagem de resíduos sólidos de abatedouro de aves com casca de arroz.

Já o fósforo (P) teve uma redução de 15,3%, finalizando com um teor de 1,49% de P, o que de acordo com Aquino e Assis (2005) é muito bom, já que geralmente os compostos apresentam teores menores que 0,2% e nossos solos normalmente são deficientes nesse elemento.

O composto estabilizado e peneirado, apresentou cor escura e cheiro característicos de terra, homogêneo e com temperatura semelhante a temperatura ambiente, indicando, organolépticamente, que o processo estava finalizado (COOPER et al., 2010;). Outro fator, que evidenciou a estabilização da massa, foi a repetibilidade dos sólidos voláteis por três semanas consecutivas.

De acordo com a Instrução Normativa N° 25, de 23 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o composto final deste experimento é classificado como fertilizante orgânico composto, de classe A. O mesmo apresenta conformidade para aplicação ao solo, pois a norma traz que o pH mínimo é de 6,0 e o N total mínimo de 0,5.

## **5.2 Avaliação do efeito da cama de aviário in natura e compostada em comparativo com a adubação química**

Foram observadas diferenças significativas entre os níveis de Al, Ca, Mg, pH<sub>H2O</sub> e V%, com a utilização dos adubos orgânicos (cama de aviário in natura e compostada) em relação ao adubo químico, no entanto para as disponibilidades de K,



P e MO não foram observadas diferença significativas entre os tratamentos (Tabela 4). Por não apresentar homocedasticidade, o parâmetro Ca recebeu transformação logarítmica, enquanto as propriedades de Mg e  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ , receberam transformação exponencial, por não apresentarem normalidade.

Tabela 4 - Médias e desvio padrão dos parâmetros analisados no solo com diferentes adubações

	<b>K</b>	<b>P</b>	<b>Al</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>pH<sub>H2O</sub></b>	<b>MO</b>	<b>V</b>
	---- mg/kg ----		----- Cmol <sub>c</sub> /kg -----				-----%-----	
<b>Cama de aviário</b>	265,17 ±	13,66 ±	0,00 ±	8,99	4,21 ±	5,69 ±	4,61 ±	79,78 ±
<b>in natura</b>	47,05 a	3,39 a	0,00 b	±1,39 a	0,28 a	0,12 a	0,61 a	2,47 a
<b>Cama de aviário</b>	240,33 ±	12,83 ±	0,04 ±	8,98 ±	3,43 ±	5,56 ±	4,82 ±	78,02 ±
<b>compostada</b>	70,19 a	2,27 a	0,05 b	0,33 a	0,51 b	0,09 a	0,76 a	2,26 a
<b>Adubo químico</b>	194,66 ±	13,59 ±	0,38 ±	6,24 ±	1,34 ±	4,90 ±	4,38 ±	60,52 ±
	52,71 a	3,54 a	0,19 a	0,70 b	0,22 c	0,14 b	0,33 a	5,68 b

Nota: Letras iguais representam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Com relação ao parâmetro K, observa-se que numericamente houve uma maior disponibilidade deste nos tratamentos com adubação orgânica, ou seja, nos experimentos em que se utilizou cama de aviário in natura e cama de aviário compostada houve maior concentração de K. Entretanto, estas diferenças não foram comprovadas estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância (Tabela 4).

Já em um estudo realizado por Ribeiro et al. (2016), em solos com cultivo de cana-de-açúcar sob a aplicação de cama de peru, estes verificaram aumento nas concentrações de K no solo. Oliveira et al. (2006) também verificaram conteúdo significativo de K em doses crescentes de cama de aviário (7; 14; 28 t há<sup>-1</sup>) aplicadas em plantio direto de alface, sob cultura permanente de amendoim forrageiro e grama batatais.

Em relação aos níveis de P (Tabela 4), verifica-se estatisticamente que os tratamentos não são diferentes, ou seja, o efeito destas adubações no solo sob cultivo de cenoura pode ser igualado. Já Favarato et al. (2015) ao compararem as concentrações de P no solo, sob sistema convencional de adubação (química) e a orgânica, verificaram proporções maiores de P com a adubação orgânica, os quais justificam essa diferença, pelo fato da adubação química ser proporcional apenas as manutenções dos teores do solo.

Em consonância com Favarato et al. (2015), Bertol et al. (2010), em um estudo comparativo de fertilizante mineral com fertilizante orgânico, observaram um aumento na concentração de  $P_{total}$ ,  $P_{particulado}$  e  $P_{dissolvido}$  na superfície do solo com a aplicação do fertilizante orgânico. Em concordância com estes estudos, Pimentel et al. (2009) ao monitorarem os atributos químicos do solo sob a aplicação de composto orgânico, verificaram o aumento dos teores P além de Ca, Mg e K.

No que se diz respeito ao Al, percebe-se estatisticamente uma maior presença no tratamento com adubação química, enquanto nas adubações orgânicas este elemento não se fez presente. Segundo Primavesi (2002) essa relação pode ser justificada pelo indicador pH, onde o Al trocável geralmente está presente em solos com pH abaixo de 5,5 e acima de 9,0. Indo de encontro com os resultados obtidos nas análises químicas do solo neste estudo, pois o solo com adubação química apresentou maiores concentrações de Al e pH abaixo de 5,5.

Em consonância, Raij (1981) afirma que em condições de acidez elevada, o Al surge em solução e passa a ser um cátion trocável, na forma de  $Al^{+3}$ , isso em consequência da acidez do solo. Deste modo, pode-se associar a afirmação do autor, com a ausência de Al na solução do solo do tratamento com cama de aviário in natura, o qual não apresentou acidez elevada.

As concentrações de Ca nos experimentos com as adubações orgânicas foram estatisticamente superiores ao tratamento com adubação química. De acordo com Raij (1981) a maior disponibilidade de Ca nos tratamentos orgânicos, pode estar relacionada com os níveis de matéria orgânica apresentada por estes tratamentos. A presença de MO favorece a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, onde, o alumínio é insolubilizado na forma de hidróxido e substituído por cálcio, enquanto o hidrogênio presente é neutralizado liberando cargas negativas, também ocupadas pelo cálcio trocável.

Com relação ao parâmetro Mg, percebe-se que este foi o único que apresentou diferença significativa entre todos os tratamentos (Tabela 4). Independentemente da diferença observada entre as adubações, verifica-se que quando comparados com os teores iniciais presentes no solo (Tabela 1), todos proporcionaram aumentos nos níveis deste.

No entanto, Favarato et al. (2015) em um estudo comparativo dos teores de minerais do solo sob adubação orgânica e química, com o cultivo de milho, constataram reduções dos teores de Mg, quando comparados com os valores iniciais do solo. Estes pressupõem que o fato, se deu pela lixiviação de parte do  $Mg^{2+}$  pelos elevados teores de  $Ca^{2+}$ . Ou ainda, pelo não aporte deste nutriente pela adubação.

No que se diz respeito ao indicador pH, verificou-se que os tratamentos proporcionaram diferença significativa das adubações orgânicas para a adubação química. Essa diferença indica, que os tratamentos orgânicos além de suprirem as necessidades da cultura, proporcionaram condições que mantiveram o solo próximo ao ideal (6,0 a 7,0), o que não foi observado no tratamento químico.

A acidificação do tratamento químico, pode ter se dado por maior absorção de nutrientes pela planta e sequente excreção dos ácidos pelas raízes, além da mobilização do alumínio e manganês trocável (PRIMAVESI, 2002). Já os índices de pH próximos a neutralidade nos tratamentos com as adubações orgânicas, podem estar atrelados aos níveis de MO apresentadas por estes tratamentos. Lourenzi et al. (2016) justificam essa associação, pela adsorção de íons  $H^+$  favorecida pela maior presença de materiais orgânicos nessas adubações.

Apesar dos tratamentos orgânicos apresentarem maiores médias de MO em relação a adubação química, estes não são considerados estatisticamente diferentes ao teste de Tukey a 5% de significância. Mesmo sabendo que não há diferenças neste parâmetro para os tratamentos, percebe-se que a adubação química manteve os níveis, enquanto a adubação com cama de aviário in natura e compostada proporcionaram um aumento da média da MO inicial observada no solo antes do cultivo (Tabela 1).

Já com relação a saturação de bases (V%), verifica-se diferença significativa das adubações orgânicas em relação a convencional. De acordo com Lourenzi et al. (2016), essa diferença pode estar associado aos níveis de Al e MO apresentados, pois em um estudo com aplicação de resíduos orgânicos ao solo, verificaram que o aumento dos teores de matéria orgânica refletiram no aumento da saturação de bases, pelo favorecimento da adsorção de cátions como Ca, Mg e K presentes no resíduo aplicado pela MO.

Apesar de não se observar diferença entre os níveis de MO neste estudo, percebe-se que os parâmetros de Ca e Mg apresentaram diferenças estatísticas, conferindo médias superiores aos tratamentos orgânicos, enquanto o parâmetro de K resultou em níveis iguais para todos os tratamentos. Deste modo, os resultados obtidos para V% são condizentes

A partir dos resultados analisados, vale ressaltar que a fertilidade, ou seja, a disponibilidade de minerais em um solo resultante da prática de adubação, não é a única responsável pela produção de uma cultura, pois o solo produz apenas se todos os seus fatores estiverem em equilíbrio (PRIMAVESI, 2002). Até mesmo porque, a disponibilidade de um nutriente em determinada condição, depende das formas que este se encontra no solo, da capacidade de absorção da cultura, do tempo de crescimento e desenvolvimento radicular, além de como encontra-se na solução do solo (RAIJ, 1981).

### **5.3 Efeito dos tratamentos nos parâmetros morfológicos da cenoura**

Com base nos dados do presente estudo, não se identificou diferenças significativas nos parâmetros morfológicos da cenoura com as adubações orgânicas (cama de aviário in natura e compostada) em relação a adubação química (Tabela 5 e 6). De acordo com Primavesi (2002), para a planta o importante é a disponibilidade de minerais que podem entrar em solução e ser alcançados pelas raízes, e não o seu teor total ou o material de origem.

Tabela 5 - Médias e desvio padrão dos parâmetros morfológicos analisados na cultura da cenoura

	<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Altura da planta</b>	<b>Diâmetro das raízes</b>
	-----mm-----		
<b>Cama de aviário in natura</b>	70,84 ± 24,39 a	165,85 ± 100,21 a	0,35 ± 0,19 a
<b>Cama de aviário compostada</b>	69,68 ± 34,17 a	158,71 ± 91,70 a	0,40 ± 0,17 a
<b>Adubo químico</b>	73,50 ± 29,33 a	185,25 ± 68,05 a	0,31 ± 0,12 a

Nota: Letras iguais representam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Tabela 6 - Médias e desvio padrão dos parâmetros morfológicos analisados na cultura da cenoura

	<b>Massa verde da parte aérea</b>	<b>Massa seca da parte aérea</b>	<b>Massa verde da raiz</b>	<b>Massa seca da raiz</b>
	-----g-----			
<b>Cama de aviário in natura</b>	0,84 ± 0,35 a	0,11 ± 0,05 a	0,0095 ± 0,009 a	0,006 ± 0,009 a
<b>Cama de aviário compostada</b>	0,48 ± 0,23 a	0,07 ± 0,04 a	0,0091 ± 0,007 a	0,002 ± 0,001 a
<b>Adubo químico</b>	0,32 ± 0,24 a	0,12 ± 0,13 a	0,0075 ± 0,004 a	0,002 ± 0,002 a

Nota: Letras iguais representam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

No entanto, pesquisas conduzidas por Filgueira (2012) relatam que a extração de macronutrientes pela cultura da cenoura apresenta a seguinte ordem decrescente: K, N, Ca, P, S e Mg. Sendo que melhores resultados na produtividade são obtidos com a aplicação de K. Este dado corrobora com os resultados obtidos por este trabalho, onde os níveis de K foram semelhantes para todos os tratamentos.

De acordo com Primavesi (2002) a assimilação do K pelas plantas, está intimamente relacionada com o nível de Ca, quanto maior o nível de Ca mais positivo será o efeito do K. Além do mais, o K é tido como um dos elementos que mais aumenta a respiração das plantas favorecendo a absorção de outros nutrientes e aumentando a resistência das plantas contra doenças.

O desempenho morfológico das raízes (comprimento e diâmetro), podem estar associadas a não diferença estatística observada para o parâmetro de P. Pois segundo Primavesi (2002) as quantidades de alumínio trocáveis absorvidas pelas raízes das plantas, aumentam a absorção de fósforo solúvel, beneficiando o

crescimento da raiz. Apesar dos níveis de Al não serem iguais para todos os tratamentos, percebe-se que não houve influência em relação a absorção de P, pois as características morfológicas não apresentaram diferenças significativas.

A altura da planta, também pode estar relacionada a disponibilidade de P presente na combinação solo adubo. Primavesi (2002) afirma ainda, que sem a disponibilidade de P não existe crescimento vegetal, pois este é o responsável pela transferência de energia na síntese de substâncias orgânicas. Como as disponibilidades de P encontradas com esse estudo não foram diferentes, também não se observou diferença na altura da cultura.

Entretanto, Nascimento et al. (2015) ao avaliarem as condições morfológicas da cultura da cenoura sob doses de Superfosfato simples e triplo, em um solo com correções de fertilidade baseada no adubo NPK 5 25 15, constataram que não houve influência significativa nos atributos morfológicos estudados das doses de P aplicadas.

Já Junio et al. (2015) em um estudo com a aplicação de nitrocálcio a cultura da cenoura, não verificaram influência deste nas variáveis de comprimento de raiz, altura da parte aérea e diâmetro da raiz. Nascimento et al. (2015) também não observaram diferenças significativas destes parâmetros para a cultura da cenoura, sob fontes de superfosfato simples e triplo. Enquanto, Silva et al. (2017) observaram efeito significativo sob o diâmetro da raiz e o comprimento da raiz sob aplicações de doses de potássio.

Deste modo, considerando os resultados encontrados pelos autores acima, percebe-se que o K tem grande influência no desenvolvimento da cultura. Como neste trabalho as concentrações de K foram estatisticamente iguais para todos os tratamentos, já era de se esperar que os parâmetros morfológicos não apresentem diferença significativa.

Apesar de não se observar diferenças estatísticas dos tratamentos orgânicos em relação ao químico para as características morfológicas da cenoura, Primavesi (2002) afirma que uma adubação rotineira de NPK pode ocasionar absorção deficientes de cálcio pela planta, expresso por um aproveitamento deficiente de potássio e toxidez induzida do manganês ou alumínio, pois em disponibilidades altas de K diminui-se a absorção de outros cátions.

De modo geral verificou-se que os tratamentos não apresentaram diferenças no desenvolvimento morfológico da cultura da cenoura, afirmando que as adubações aplicadas realmente atenderam as necessidades da hortaliça. Sendo assim, as

adubações orgânicas podem ser utilizadas sem receios no cultivo da cenoura, pois além de fornecerem igual desempenho no desenvolvimento estrutural da cultura, proporcionam um aumento da soma de bases.

A partir de resultados como estes, percebe-se que o desenvolvimento agroecológico ganha cada vez mais força e abrangência. Esse modelo de cultivo proporciona diversos benefícios ambientais, como o uso adequado do solo, reduzindo as chances de lixiviação e erosão, além da reutilização resíduos orgânicos. E ainda, proporciona benefícios à saúde humana, com a produção de alimento mais saudáveis, livres de intoxicações por agrotóxicos.

## 6 CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos propostos com esse trabalho, conclui-se que o tratamento da cama de aviário com poda vegetal de origem urbana foi eficiente, resultando em um composto final de qualidade e aplicável ao solo de acordo com a Instrução Normativa N° 25, de 23 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Também foi possível verificar tal eficiência da aplicação da cama de aviário in natura, após repouso de estabilização e compostada com poda vegetal de origem urbana, como agregados ao solo. Além de fornecerem diversos macro e micronutrientes ao solo, favorecendo a capacidade de troca de cátions, estes agregam matéria orgânica, responsável por favorecer as condições físicas do solo, e ainda, proporcionam aumento da vida biológica do solo.

Ao comparar-se os parâmetros dos tratamentos de cama de aviário in natura e compostada com a adubação química, é possível concluir que estes proporcionam melhores condições químicas ao solo, pois apresentaram menores médias nos níveis de Al e maiores de Ca, Mg e  $pH_{H_2O}$ , diferenciando-se estatisticamente do tratamento convencionalmente utilizado, a adubação química. Além do mais, a disponibilidade de K e P pode ser considerada igual para os três tratamentos, evidenciando tal eficiência das adubações orgânicas.

Ao analisar o desempenho da hortalíça, sob as adubações de cama de aviário *in natura* e compostada comparando-as com a adubação química, verifica-se igual desempenho da cultura para os três tratamentos. Deste modo, pode-se dizer que as adubações com cama de aviário *in natura* estabilizada e compostada apresentam eficiência igual a adubação química na produção de cenoura.

Deste modo os adubos orgânicos, podem suprir a demanda nutricional da cultura da cenoura, equivalendo-se a adubação química. Além do mais, quando se aplica adequadamente um resíduo orgânico de origem animal (esterco e camas de confinamento de frango) e vegetal (poda de origem urbana) ao solo, evita-se os impactos ambientais e sociais que estes podem ocasionar, como a lixiviação de nutrientes aos rios e redes de abastecimento, atração de vetores e outros. Assim, esse estudo vem de encontro ao proposto pelos modelos agroecológicos de cultivo, onde buscam-se constituir uma produção sustentável, utilizando os recursos naturais sem ocasionar impactos negativos ao meio.



## REFERÊNCIAS

- AIRES, A. M.; JÚNIOR, J. L.; MORAES, J. C. B.; FONSECA, G.P.M; LORASQUI, D. **Estudo de viabilidade econômica para sustentabilidade energética e ambiental de plantas de biogás: desenvolvimento tecnológico**. Cubo. 1 ed., p.27, 2013. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/revista/materias/artigoaironaires.html>. Acesso em: 03 de outubro 2017.
- AITA, C.; BALEM, A.; PUJOL, S. B.; SCHIRMANN, J.; GONZATTO, R.; GIACOMINI, D. A.; VARGAS, P. V.; GIACOMINI, S. J. Redução na velocidade da nitrificação no solo após aplicação de cama de aviário com dicianodiamida. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2013.
- AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; TAMISO, L. G.; MELO, P. C. T. de; SCHAMMASS, E. A.; GUIRADO, N.; NETO, J. T. Adubação verde em cultivo orgânico de hortaliças. **Revista Agricultura**, 2008.
- AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.
- ARAUJO, C. de; ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C. do. Produção e perda de massa pós-colheita de cenoura “Brasília”, considerando doses de fósforo e de cama de frango semidecomposta. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n°. 2, p. 131-138, 2004.
- ARAÚJO, E. P.; SANTOS, A. G. F.; FRANÇA, J. M. ARAÚJO, E. M. Monitoramento de células experimentais de resíduos sólidos urbanos no município de campina grande-pb. In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**, VIII, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). **Mercado Mundial**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/mercado-mundial>. Acesso em 08 de set. de 2017.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Relatório Setorial – Avicultura**. Rio de Janeiro.1995. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/rsfrango.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/rsfrango.pdf). Acesso em: 08 de set. de 2017.

BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; FAVARETTO, N.; LANA, M. C. Phosphorus loss by surface runoff in no-till system under mineral and organic fertilization. **Scientia Agricola**, v. 67, n° 1, p. 71-77, 2010.

BERWANGER, A. L.; CERETTA, C. A.; SANTOS, D. R. Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n° 6, p. 2525-2532, 2008.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, Senado, 1998.

BRASIL. Leis nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências**. Diário Oficial da União. Brasília, 23 de dezembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução normativa nº 8, de 25 de março de 2004. **Proíbe em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gordura de origem animal**. Diário Oficial da União. Brasília, p.5, 26 mar. 2004.

BRASIL. Senado Federal. Resolução nº 357, de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial, Brasília, DF, 17 mar. 2005. Seção 053, págs. 58-63.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. **Dispõem normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura**. Diário Oficial da União. 28 de julho de 2009.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Diário Oficial da União. Brasília, 2 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério de Estado da Saúde, Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União, Seção 1, do dia 26 seguinte, p. 266.

BRASIL. Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. **Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica**. Diário Oficial da União. Brasília, 20 de agosto de 2012.

BRUGNARA, E. C. Cama de aviário em substratos para mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Agroecologia**. P. 21-30, 2014.

CASUMBÁI, W. G.; XAVIER, C. de A. N. Obtenção e qualidade de composto orgânico de podas de Árvores com diferentes fontes de nitrogênio. In: **Anais online UEMS**. 2012.

COOPER, M.; ZANON, A. R.; REIA, M. Y.; MORATO, R. W. **Compostagem e reaproveitamento de Resíduos orgânicos agroindustriais: Teórico e prático**. Piracicaba, 2010.

COSTA, J. M.; OLIVEIRA, E. F. **Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**. COAMO E COODETEC, 2001.

COSTA, N. L.; SILVA, A. R. da C.; GRANGEIRO, L. C. Efeito residual da adubação da cebola no rendimento de cenoura. **Revista Agropecuária científica no Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 07-11, jan - mar, 2012.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: hortaliças minimamente processadas**. Brasília, 2003.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Marco referencial em agroecologia**, 2006.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cenoura (Daucus carota)**. 2008. 16p. Disponível em: [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cenoura/Cenoura\\_Daucus\\_Carota/cultivares.html](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cenoura/Cenoura_Daucus_Carota/cultivares.html) Acesso em: 24 de out. 2017.

FAVARATO, L. F.; SOUZA, J. L. de; GALVÃO, J. C. C.; SOUZA, C. M. de; GUARÇONI, R. C. Atributos químicos do solo com diferentes plantas de cobertura em sistema de plantio direto orgânico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 5, nº 2, p. 19-28, 2015.

FERREIRA, M. M.; SILVA, C. A.; LOPES, S. G.; LOPES, F. A. da S.; REIS, L. L. SOUZA, P. M. Produção de cenoura em função de doses de potássio e manejos de irrigação. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 8, n°. 2, p. 11-24, 2016.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa-MG, 3. ed., p.421, 2012.

GUIMARÃES, J. A.; FILHO, M. M.; MOURA, A. P. de; CARVALHO, A. D. F de. **Reconhecimento e manejo das principais pragas da cenoura**. Embrapa, 2012.

HAHN, L., PADILHA, M.T.S., PADILHA, J.C.F.; POLI, A.; RIEFF, G.G. Persistência de patógenos e do antibiótico *salinomycin* em pilhas de compostagem de cama de aviário. **Arch. Zootec**, p. 279-285, 2012.

JAEGGI, M. E. P. da C.; SALUCI, J. C. G.; COELHO, P. H. P.; ALVAREZ, C. R. da S.; CARVALHO, A. H. de O.; LIMA, W. L. Adubação Orgânica no Desenvolvimento e Produção de Cenoura. **Agroecol**, Dourados – MS, v.9, n°.4, 2014.

JUNIO, R. L. S.; GOMES, I. S. da; NASCIMENTO, M. V.; XAVIER, R. C.; SILVA, B. R.; BENETT, B. R.; BENETT, K. S.S. Efeito da aplicação conjunta de doses de nitrogênio e cálcio nas características produtivas da cultura da cenoura. In: **Congresso de Ensino Pesquisa e Extensão da UEG**, II, Pirenópolis- Goiás, 2015.

JUNIOR, S. E. M. DE P. **Avaliação das alternativas de disposição final do resíduo da produção de frango de corte: cama de frango**. Rio de Janeiro, 2014.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: JG Digitação, 1998.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LIMA, L.M.; MENEZES, J. F. S. Camas de frango tratadas com condicionadores na adubação. **Getec**, v.2, n°.4, p.63-70, 2014.

LOURENZI, C. R.; SCHERER, E. E.; CERETTA, C. A.; TIECHER, T. L. CANCIAN, A.; FERREIRA, P. A. A.; BRUNETTO, G. Atributos químicos de Latossolo após sucessivas aplicações de composto orgânico de dejetos líquidos de suínos. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 51, n°. 3, p. 233-242, 2016.

MALHEIROS, R. CAMPOS, A. C.; OLIVEIRA, D. G. de; SOUZA, H. A. de. Utilização de resíduos orgânicos por meio da compostagem como metodologia de ensino de gestão e educação ambiental. In: **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, V, Belo Horizonte-MG, 2014.

MATOS, F. A. C.; LOPES, H. R. D.; DIAS, R. de L.; ALVEZ, R. T. **Cenoura: Saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios**. Série Agricultura Familiar. Plano Mídia, 2011.

MONTEIRO, J. H. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2001.

NASCIMENTO, M. V.; XAVIER, R. C.; FERNANDES, L. R. S. G.; SILVA, T. C.; GOMES, I. da S.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S. Produtividade da cenoura em função de fontes e doses de fósforo. In: **Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG**, II, Pirenópolis- Goiás, 2015.

NETO, M. F.; HOLANDA, J. S. de; GHEYI, H. R.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. da s. Atributos químicos do solo e estado nutricional de coqueiro-anão fertigado com nitrogênio e potássio. **Revista Caatinga**, v. 27, n°. 3, p. 30-40, 2014.

OLIVEIRA, D. P. de. **Valorização de resíduos provenientes da atividade no setor avícola: aplicação do processo de compostagem**. 2015.

OLIVEIRA, E. C. A. de; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. **Compostagem**. Piracicaba – SP, 2008.

OLIVEIRA, N. G.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. Plantio direto de alface adubada com “cama” de aviário sobre coberturas vivas de grama e amendoim forrageiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 112-117, 2006.

PEDROSA, T. D.; FARIAS, C. A. de; PERREIRA, R. A.; FARIAS, E. T. do R. Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. **Nativa**, Sinop, v. 01, n°. 01, p. 44-48, 2013.

PEREIRA, D. C.; NETO, W. N.; NOBREGA, L. H. P. Adubação orgânica e algumas aplicações agrícolas. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 03, n°. 02, p. 159-174, 2013

PEREIRA NETO, J. T. Manual de compostagem: Processo de baixo custo. 1ed. Viçosa: Ed. UFV, 2007.

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

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002.

RAIJ, B. V. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba – SP, 1981

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. V.. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 43-61, 1999.

RIBEIRO, D. O.; CARBALLAL, M. R.; SANTOS, T. E. B.; FERREIRA, L. L.; CUNHA, F. F. Produtividade de cana-de-açúcar e atributos de solo em função da aplicação de cama de peru. **Revista Ciências Agrárias**, v. 59, n.º. 3, p.259-254, 2016.

ROGETI, D. A.; ERNANI, P. R.; LOURENÇO, K. S.; CASSOL, P.C.; GATIBONI, L. C. Mineralização e nitrificação do nitrogênio proveniente da cama de aves aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.6, p.534–540, 2015.

ROSA, J. K. da. **Condicionadores químicos na compostagem de cama de aviário**. Dois Vizinhos, 2015.

SANCHUKI, C.E. **Estudo da compostagem acelerada de cama de frango**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SAQUET, M. A.; SOUZA, P. de; SANTOS, R. A. dos. Agricultura familiar agroecológica em Itapejada D' Oeste - PR. **Revista Apenge**, v. 6, p. 43-57, jan./dez. 2010.

SCHERER, E.E.; NESI, C.N. Avaliação de fontes e doses de nitrogênio na produtividade de forragem de gramíneas anuais de estação fria e quente, em sucessão. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.21, p.68-73, 2008.

SILVA, F. C. da. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Solos, 2009.

SILVA, L. M.; BRASÍLIO, S. de A.; JUNIOR, R. L. S.; BENETT, S. S.; BENETT, C. G. S. Aplicação de nitrogênio, potássio e cálcio na cultura da cenoura. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n°3. p. 69-76, 2017.

SILVA, M. A. da; MARTINS, E. S.; AMARAL, W. K. do; SILVA, H. S. da; MARTINES, E. A. L. Compostagem: Experimentação Problematizadora e Recurso Interdisciplinar no Ensino de Química. **Química Nova esc**, São Paulo, v. 37, n° 1, p. 71-81, fev. 2015.

SOUZA, C. L. de L.; GOMES, L. P. Variação de massa e volume em processo de compostagem por meio de pilhas estáticas com aeração forçada. In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**. VII, 2016.

SUNADA, N. da S.; ORRICO, A. C. A.; JUNIOR, M. A. P. O.; CENTURION, S. R.; OLIVEIRA, A. B. de M.; FERNANDES, A. R. M.; JUNIOR, J. de L.; SENO, L. de O. Compostagem de resíduo sólido de abatedouro avícola. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2014

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. **Adubação de Hortaliças e frutíferas**. Instituto Agronômico de Campinas. Campinas -SP, 2013.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; PEREIRA, H. da S.; ROLL, V. F.B. Compostagem e vermicompostagem de dejetos líquidos de bovinos leiteiros e cama aviária. **Archivos de Zootecnia**, v. 6, p. 79-88, nov. 2016.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. **Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo**. **Bragantia**. Campinas-SP, v. 69, n°. 4, p. 975-982, 2010.

ZAMBERLAN, J. **Agricultura ecológica: preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

## APÊNDICE A - Compostagem



Amostra de cama de aviário e poda



Pilha montada



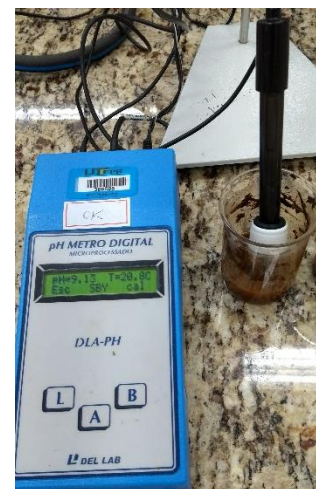
Amostra quarteada para as análises



Obtenção da amostra para teor de água



Preparação da amostra para obtenção do pH



Obtenção do pH





Amostras secas em estufa por 24 horas



Amostra seca, triturada e peneirada



Obtenção da amostra para teor de sólidos voláteis



Amostras incineradas em dessecador

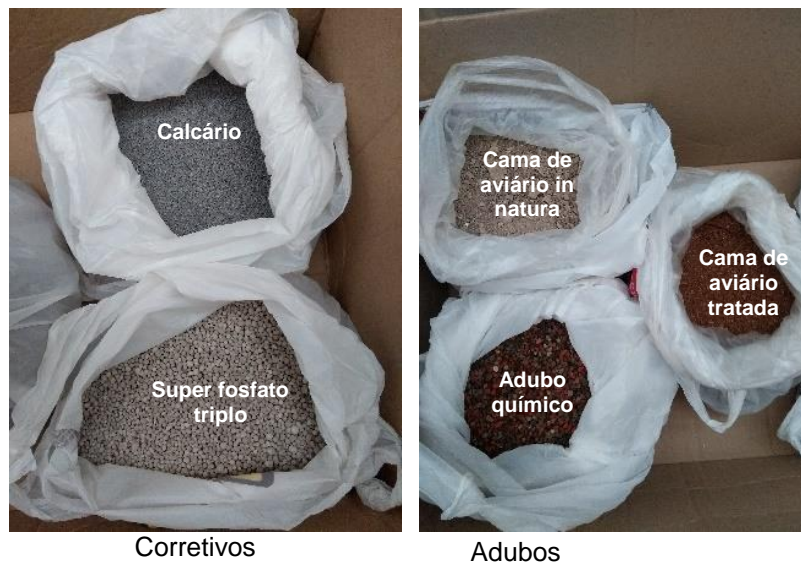


Amostra incinerada



Composto pronto e peneirado

## APÊNDICE B – Montagem do experimento



Proporções utilizadas de corretivos e adubos



Diluições dos corretivos e adubos nas amostras de solo





Procedimento de diluição dos corretivos e adubos nas amostras de solo



Vasos preparados com o solo



Cultivar de cenoura semeada.



Experimento em estufa, com oito dias.



Experimento em estufa, com trinta e oito dias.