

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CÂMPUS DOIS VIZINHOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**IDIANARA FERNANDA PIZZATTO**

**CAMA DE AVIÁRIO COMO FERTILIZANTE NA PRODUTIVIDADE DE  
MILHO E NO ACÚMULO DE NUTRIENTES NO SOLO EM EXPERIMENTO  
DE LONGA DURAÇÃO**

**DISSERTAÇÃO**

**DOIS VIZINHOS  
2017**

**IDIANARA FERNANDA PIZZATTO**

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia – Área de concentração: Integração Lavoura Pecuária”

Orientação: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor

Co-orientação: Prof. Dr. Paulo Fernando Adami

**DOIS VIZINHOS**

**2017**

P692c Pizzato, Idianara Fernanda.  
Cama de aviário como fertilizante na produtividade de milho e no acúmulo de nutrientes no solo em experimento de longa duração / Idianara Fernanda Pizzato – Dois Vizinhos, 2017.  
53f.:il.

Orientador: Laércio Ricardo Sartor  
Coorientador: Paulo Fernando Adami  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Dois Vizinhos, 2017.  
Bibliografia p. 49-53

1. Frango de corte 2. Milho 3. Resíduos orgânicos como fertilizantes I. Sartor, Laércio Ricardo, orient. II. Adami, Paulo Fernando, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos IV. Título  
CDD: 633.15

Ficha catalográfica elaborada por Rosana da Silva CRB: 09/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Dois Vizinhos  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
**Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**Título da Dissertação nº 086**

**Cama de aviário como fertilizante na produtividade de milho e no acúmulo de nutrientes no solo em experimento de longa duração**

**Idianara Fernanda Pizzatto**

Dissertação apresentada às nove horas do dia vinte e quatro de fevereiro de dois mil e dezessete, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, Linha de Pesquisa – Produção e Nutrição Animal, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho .....

Banca examinadora:

---

**Laércio Ricardo Sartor**  
UTFPR-DV

---

**Paulo Fernando Adami**  
UTFPR-DV

---

**Itacir Eloi Sandini**  
UNICENTRO

---

**Prof. Dr. Douglas Sampaio Henrique**  
Coordenador do PPGZO

\*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus** por ter me dado força para persistir e conquistar meus objetivos. A ele toda gratidão pelas bênçãos concedidas.

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Aos professores **Dr. Laércio Ricardo Sartor**, **Dr. Paulo Fernando Adami**, pelas orientações e nos procedimentos necessários para o cumprimento correto das práticas e análises. Pela total confiança em meu trabalho, pela orientação, co-orientação, sem dúvida grandes mestres e amigos.

Ao **CNPq** e **CAPES** pela concessão do financiamento desse projeto de pesquisa e bolsa de mestrado.

Ao **Laboratório de Solos**, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco pelas análises concedidas.

Aos meus pais **Ildo Pizzatto** e **Jucemara Pizzatto**, pela educação, pelos ensinamentos e pelo apoio sempre prestado nos momentos difíceis da minha vida.

Ao meu irmão **Anderson Pizzatto**, pelo amor fraterno e amizade.

Ao meu namorado **João Cesar** pelo exemplo de vida, companheirismo e apoio.

Aos Bolsistas do CNPQ que auxiliaram durante o desenvolvimento do projeto.

A todos os amigos e colegas principalmente ao **Cleiton Rezzadori** que me auxiliou durante o desenvolvimento deste trabalho.

Meus agradecimentos a todas as pessoas que colaboraram para que os trabalhos propostos para esta Dissertação fossem realizados.

Muito Obrigado!

PIZZATTO, Idianara Fernanda. Cama de aviário como fertilizante na produtividade de milho e no acúmulo de nutrientes no solo em experimento de longa duração. 2017. 59 folhas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

## RESUMO

Considerando produção de aves de corte é uma atividade de extrema importância para o Brasil e para a Região Sudoeste do Paraná, sendo esta geradora de grande quantidade de resíduos, como a cama de aviário de frango de corte, tendo como principal destino o uso como fertilizante orgânico. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de crescentes doses de cama de aviário de frango de corte em comparação a adubação mineral no rendimento de milho, seu efeito residual na produção de matéria seca da aveia avaliando e nos atributos químicos do solo. O delineamento experimental foi realizado em blocos completamente ao acaso. O experimento foi dividido em parcelas, onde foram aplicadas doses de cama de aviário, sendo: 0; 4,5; 9; 13,5 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca de cama de aviário de frango de corte sendo a adubação mineral recomendada para a cultura do milho (100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N) a fim de comparação com a adubação orgânica. Foram avaliados os componentes de rendimento do milho (grãos por espiga, massa de mil grãos, rendimento de grãos). A semeadura da aveia ocorreu sob o efeito residual da adubação aplicada na cultura de verão antecessora como forma de avaliar o desenvolvimento da gramínea no período de inverno. A amostragem do solo para as análises químicas de fertilidade foi realizada no início do primeiro ano de implantação do experimento (2012) e no último ano (2015). Em cada local, foi coletada uma amostra de solo, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade. A aplicação da adubação orgânica mostrou-se eficiente na produção de milho. O rendimento de grãos apresentou efeito linear à aplicação de crescentes doses de cama de aviário de frango de corte. A aplicação de 9 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário de frango de corte proporcionou rendimento semelhante ao uso da adubação mineral, maior número de grãos por espiga e massa de mil grãos. A adubação orgânica aumentou valores de pH, fósforo e CTC.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L. Cama de aviário de frango de corte. Produtividade.

PIZZATTO, Idianara Fernanda. Avian bed as fertilizer in corn yield and soil nutrient accumulation in long-term experiment.. 2017. 59 sheets. Dissertation (Master of Animal Science) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

### ABSTRACT

Considering the production of cut birds is an extremely important activity for Brazil and for the Southwest Region of Paraná, which generates a large amount of residues, such as poultry litter, with the main destination being the use as fertilizer organic. The objective of this work was to evaluate the effect of increasing doses of poultry broiler litter compared to mineral fertilization on maize yield, its residual effect on oat dry matter production and on soil chemical attributes. The experimental design was completely randomized blocks. The experiment was divided in plots, where we applied doses of aviary bed, being: 0; 4, 5; 9; 13.5 t ha<sup>-1</sup> of broiler poultry bed dry matter being the recommended mineral fertilizer for corn (100 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O and 200 kg ha<sup>-1</sup> of N) for comparison with organic fertilization. The yield components of corn (grain per ear, mass of a thousand grains, yield of grains) were evaluated. The sowing of oats occurred under the residual effect of the fertilization applied in the predecessor summer crop as a way to evaluate the development of the grass in the winter period. Soil sampling for chemical fertility analyzes was performed at the beginning of the first year of the experiment (2012) and in the last year (2015). At each site, a soil sample was collected, in the 0-5, 5-10 and 10-20 cm depth layers. The application of organic fertilization was efficient in maize production. The yield of grains presented a linear effect to the application of increasing doses of poultry litter. The application of 9 t ha<sup>-1</sup> of broiler poultry litter provided yield similar to the use of mineral fertilizer, higher number of grains per ear and mass of one thousand grains. There was a residual effect of poultry litter levels applied to maize on oat yield and this organic fertilization improved soil chemical properties, mainly pH, phosphorus and CTC.

**Key words:** *Zea mays* L. Chicken broiler poultry bed. Productivity.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Desenvolvimento vegetativo da cultura do milho, sob aplicação de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte. .... 19
- Figura 2 - Rendimento de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte. Fig. 1A: Safra 2012/2013. Fig. 1B: Safra 2013/2014. Fig. 1C: 2014/2015 e Fig. 1D: 2015/2016. Barras não coincidentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016. .... 24
- Figura 3 - Média de quatro safras do rendimento de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte, barras não coincidentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016..... 25
- Figura 4 – Número de grãos por espiga de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte. Fig. 1A: Safra 2012/2013. Fig. 1B: Safra 2013/2014. Fig. 1C: 2014/2015 e Fig. 1D: 2015/2016. Barras não coincidente diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016. .... 27
- Figura 5 - Média de quatro safras do número de grãos por espiga de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte, barras não coincidentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016..... 28
- Figura 6 - Massa de mil grãos (g) em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte. Fig. 1A: Safra 2012/2013. Fig. 1B: Safra 2013/2014. Fig. 1C: 2014/2015 e Fig. 1D: 2015/2016. Barras não coincidentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016... 29
- Figura 7 - Média da massa de mil grãos (g) em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte. Fig. 1A: Safra 2012/2013. Fig. 1B: Safra 2013/2014. Fig. 1C: 2014/2015 e Fig. 1D: 2015/2016. Barras não coincidentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016. .... 30
- Figura 8 - Matéria orgânica (MO) do solo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR. .... 32
- Figura 9 - Capacidade de troca de cátions (CTC) do solo ( $\text{cmolc dm}^{-3}$ ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR. 33
- Figura 10 -Valores de pH ( $\text{CaCl}_2$ ) solo sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR. .... 34
- Figura 11 - Valores de  $\text{H}^+\text{Al}$  ( $\text{cmolc dm}^{-3}$ ) solo sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano



entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR. ....	35
Figura 12 - Alumínio (Al) presente no solo (cmolc dm <sup>-3</sup> ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR. ....	36
Figura 13 - Teores de fósforo (P) do solo (mg dm <sup>-3</sup> ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR. ....	38
Figura 14 - Níveis de potássio (K) (mg dm <sup>-3</sup> ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR. ....	39
Figura 15 - Cálcio (Ca) (cmolc dm <sup>-3</sup> ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR. ....	40
Figura 16 - Teor de magnésio (Mg) presente no solo (cmolc dm <sup>-3</sup> ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR. ....	41
Figura 17 - Soma de bases no solo (cmolc dm <sup>-3</sup> ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR. ....	42
Figura 18 - Saturação por Bases (V%) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR. ....	43

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Laudo de amostra de solos realizada na área experimental no ano da implantação do experimento (2012), UTFPR, Dois Vizinhos - PR. ....	18
<b>Tabela 2.</b> Teores de nitrogênio, fósforo e potássio presentes na cama de aviário de frango de corte. ....	20
<b>Tabela 3.</b> Quantidade aplicada de nitrogênio (N) e eficiência estimada (0,5 primeiro no ano e 0,2 no segundo ano). ....	21
<b>Tabela 4.</b> Quantidade aplicada de fósforo (P) e eficiência estimada (0,8 primeiro no ano e 0,2 no segundo ano). ....	21
<b>Tabela 5.</b> Quantidade aplicada de potássio (K) e eficiência estimada (1,0 primeiro ano). ....	22

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**Al** Alumínio

**Ca** Cálcio

**CTC** Capacidade de Troca de Cátions

**ILP** Integração Lavoura Pecuária

**K** Potássio

**Mg** Magnésio

**MS** Matéria Seca

**MO** Matéria Orgânica

**N** Nitrogênio

**P** Fósforo

**V%** Saturação Por Bases

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	11
1.2 OBJETIVOS .....	12
1.2.1 Objetivo Geral .....	12
1.2.2 Objetivos específicos .....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1 CULTURA DO MILHO .....	13
2.2 EFICIÊNCIA DA CAMA DE AVIÁRIO DE FRANGO DE CORTE NA AGRICULTURA .....	14
2.4 PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO .....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
4.1 PRODUÇÃO DE MILHO COM DIFERENTES DOSES DE CAMA DE FRANGO DE CORTE .....	20
4.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO .....	30
5 CONCLUSÕES .....	43
6 REFERÊNCIAS .....	44

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O século passado caracterizou-se pelo aumento da população mundial, o que levou a uma maior busca de alimentos para atender as necessidades da população. Para aumentar a produção de alimentos busca-se aumentar a área plantada ou maximizando a produtividade das culturas para alcançar valores próximos à produtividade potencial, desenvolver novas variedades de culturas, com esse aumento grande quantidade de insumos químicos vem sendo lançados todos os anos de forma desordenada em nossos solos provocando sérios danos ambientais (INCT PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS-2010).

Para Capellesso et al. (2013) o aumento da produtividade agropecuária fundamentou-se na incorporação de insumos e técnicas produtivas, sendo muitos deles degradantes da natureza e da saúde humana. Essa preocupação alimentou o desejo de desenvolver sistemas produtivos com menores impactos ambientais.

Balbinot Junior et al. (2009) salienta que o maior desafio é a produção de bens que a humanidade demanda de forma contínua, devido ao aumento populacional e ao aumento de renda, reduzido impacto ambiental e permitindo que as famílias de agricultores consigam viver com dignidade no meio rural. É notável a crescente preocupação em relação à agricultura, o meio ambiente, os recursos naturais e a qualidade dos alimentos, diante deste cenário muitos agricultores estão buscando sistemas alternativos de produção que visem aumento de rentabilidade e melhora na qualidade de vida no meio rural, preservando a qualidade produtiva do solo ao longo do tempo (EHLERS, 1999).

O cultivo de milho (*Zea mays* L.) consolidou-se no Brasil com expressivo crescimento em área, produção e produtividade, basicamente nas regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste (CONUS et al. 2009). Este alto nível de produção está associado ao seu nível tecnológico de aplicação nas propriedades rurais, sendo na geração de renda através da sua comercialização na produção de grãos, na alimentação animal e na produção de forragem (silagem) e como matéria prima na alimentação humana (CONAB 2016).

Para Conus et al. (2009) essa cultura possui elevado potencial produtivo e acentuada habilidade fisiológica na conversão de carbono mineral em compostos orgânicos, os quais são translocados das folhas e de outros tecidos fotossinteticamente

ativos para locais onde serão estocados ou metabolizados. Dentre os vários fatores determinantes do sucesso produtivo do milho, a aplicação de adubação rica em N, apresenta elevada importância, pois contribui de forma significativa no aumento da produtividade da cultura.

Segundo Souza (2007) a aplicação da cama de frango de corte na agricultura caracteriza-se por apresentar elevados teores de nutrientes, com destaque o N, tornando-se um dos principais destinos da cama tem sido o uso como fertilizante na cultura como o milho, sendo que a dose de cama recomendada deve levar em consideração as necessidades de cada cultura e das propriedades químicas do solo. A utilização da cama de frango de corte em substituição da adubação mineral torna-se uma excelente alternativa no fornecimento de nutrientes para as culturas, sendo economicamente viável ao agricultor e proporcionando um destino aos resíduos que são originados na avicultura de corte, contribuindo na melhoria na produção vegetal e animal através da introdução de nutrientes no solo.

De acordo com Brito et al. (2004) o conteúdo de matéria orgânica dos solos merece atenção especial, pois resulta da decomposição de resíduos animais e vegetais e varia, principalmente, com as práticas de manejo adotadas em cada propriedade agrícola. Contribuindo na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

A atividade avícola é bastante difundida na Região Sudoeste do Paraná, tornando-se um dos maiores produtores de carne de frango de corte do mundo (IBGE 2013), aliado a isso, o fato de que esta atividade gera grandes quantidades de resíduos como a cama de aviário de frango de corte, neste sentido a busca por estudos que verificam os impactos ambientais no solo e a sua importância na agricultura torna-se extremamente importante, desde seu descarte correto ou até mesmo seu reuso.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a resposta da cultura do milho à aplicação de doses de cama de aviário de frango e impactos nos atributos químicos do solo após quatro anos de uso do resíduo orgânico.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a dose de cama de aviário adequada para a cultura do milho em termos de rendimento de produção.
- Avaliar o efeito do uso da adubação com cama de aviário sob os atributos químicos do solo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays L.*) no Brasil e no mundo é considerado um dos cereais mais importantes, tanto no aspecto econômico como social, pois é utilizado na alimentação humana e animal, nas indústrias possui uma grande demanda, pois serve como matéria prima em diversos setores produtivos, isso se dá pelo fato de ter um alto valor energético e nutritivo, pelo seu potencial de produção que vem apresentando nos últimos tempos e pela sua composição química (FANCELLI e NETO, 2000).

A importância do milho não está apenas na produção de uma cultura anual, mas em todo o relacionamento que essa cultura tem na produção agropecuária brasileira. Pela sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil (CRUZ et al., 2006).

A produção total de milho na safra 15/16 (safra verão mais safrinha de inverno) soma 84.659,9 milhões de toneladas e área cultivada de 15.480,9 milhões de hectares, com produtividade média de 5.469 kg/ha (CONAB, 2016).

O Paraná tem produção estimada em aproximadamente 16.091,5 milhões de toneladas e produtividade acima da média nacional, prevista em 6.241 mil kg/ha (CONAB, 2016).

De acordo com Adami (2012) alguns aspectos têm contribuído para melhorar a produtividade de milho no Brasil tais como a adaptação de cultivares as mais variadas situações de clima e solo, melhoramento genético, a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas dos solos cultivados e a adoção de práticas culturais mais

adequadas no controle de plantas daninhas e pragas. Porém ressalta que o Brasil apresenta baixa produtividade quando comparada aos principais países produtores, sendo que a produtividade do milho pode e deve ser melhorado. Essa baixa produtividade está relacionada, em grande parte, com o baixo nível tecnológico empregado na produção, principalmente no quesito adubação de base e adubação nitrogenada.

Para alcançar boa produtividade na produção do milho, alguns parâmetros de zoneamento agrícola devem ser levados em consideração, como a temperatura média diária recomendada deve ficar acima de 19° C e a média noturna entre 12,8 e 25° C durante o período de cultivo (MAPA, 2014).

A cultura do milho é extremamente eficiente na conversão de energia radiante durante seu período de cultivo, pois uma semente que possui peso médio de aproximadamente 260 mg no momento do seu plantio, após a sua colheita resulta na produção de aproximadamente 180 a 250 g por grãos (FANCELLI 2012).

De acordo com a Embrapa (2010) para o plantio recomenda-se que o número de plantas por hectare não exceda os 65 mil, pois uma redução de 30 a 40% na intensidade luminosa acaba ocasionando em um atraso de maturação dos grãos principalmente nas cultivares mais tardia. O aproveitamento da luz solar pela planta apresenta importante influência no rendimento de grãos, sendo dependente da estrutura da planta e distribuição das folhas no dossel. Entretanto com o surgimento de novos híbridos e cultivares produtores estão adotando cerca de 70 mil plantas por hectare.

O rendimento de grãos de milho é determinado pelo número de grãos por planta em unidade de área, e, em menor escala, pelo peso do grão, os quais variam com o tipo de híbrido utilizado (LOPES et al., 2007).

## **2.2 EFICIÊNCIA DA CAMA DE AVIÁRIO DE FRANGO DE CORTE NA AGRICULTURA**

O Brasil é o maior exportador de carne de frangos de corte do mundo, ocupando o 3° lugar como maior produtor na produção de carne. Segundo estimativas da CONAB (2015). A elevação do custo dos fertilizantes químicos, o aumento da poluição ambiental tornou o uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa, do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de nutrientes (SANTOS et al., 2011).



Os resíduos provenientes da criação intensiva de frangos de corte, denominados de cama de frango, são ricos em nutrientes e por estarem disponíveis nas propriedades a um baixo custo, podem ser viabilizados pelos produtores na adubação das culturas comerciais (COSTA et al., 2009).

O uso agrícola da cama de aviário, principalmente na cultura do milho é uma prática relativamente antiga no Brasil, especialmente nos estados do Sul do Brasil, onde a avicultura ocupa lugar de destaque na economia dessas regiões. O interesse no uso da cama se deve não apenas à matéria orgânica que ela adiciona ao solo, mas também ao conjunto de nutrientes essenciais às plantas que estão contidos na mesma, o que melhora aspectos qualitativos do solo, com destaque às funções ligadas aos macro e microrganismos (BALLEM 2011).

A cama de aviário frango de corte é designada como sendo todo o material que é disponibilizado sobre o piso dos galpões servindo como leito as aves criadas durante um período de tempo, esta possui em sua concentração uma mistura entre as excretas das aves, penas, ração e o material que inicialmente é utilizado sobre o piso. Dentre os materiais utilizados como cama pode ser citada a maravalha, casca de amendoim, casca de arroz, casca de café, capim seco, sabugo de milho picado, entre outros (FUKAYAMA 2009).

De acordo com Blum et al. (2003) a cama de frango de corte torna-se uma boa fonte de nutrientes ao solo quando manejada adequadamente, podendo suprir parcialmente ou totalmente o adubo químico na cultura. A adição de fertilizante orgânico obtido a partir de cama de frango pode contribuir para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (VALADÃO et al., 2011).

A utilização da matéria orgânica como parâmetro único para recomendar a adubação nitrogenada é insuficiente, pois, apesar de ser importante fonte de N para as plantas, é necessário que este nutriente seja liberado nas formas minerais para absorção pelas plantas (ANGHINONI, 1986 apud ARGENTA et al., 2002). A matéria orgânica representa a principal reserva de nitrogênio do solo, caracteriza pelo suprimento do nutriente para as culturas.

Para Lourenço et al. (2013) o valor agrônômico da cama de aves está diretamente associado à quantidade de nutrientes presentes, principalmente N, P e K, e à taxa de liberação deles para as plantas. De acordo com Leytem et al. (2007) aproximadamente 55% do N, 70% do P e 80% do K são excretados através das fezes

das aves, está elevada concentração de nutrientes deve-se a alimentação das aves na qual contém elevados teores de nutrientes.

A composição mineral da cama de aves apresenta frações com solubilidades distintas, algumas prontamente disponíveis às plantas e outras na forma orgânica, que dependem da atividade biológica do solo para serem mineralizadas. A disponibilidade de N, P e K para a primeira cultura é de 50, 80 e 100%, respectivamente, após aplicação da cama de aviário, ocorrendo a mineralização de forma gradativa para as culturas sucessoras (CQFS 2004).

Apesar dos efeitos positivos da cama de aviário sobre a produtividade das culturas, o seu uso agrícola também pode resultar no aumento dos níveis da poluição ambiental, especialmente atmosférica, através da emissão de óxido nitroso ( $N_2O$ ) via desnitrificação, provocando alterações dos mananciais águas superficiais e subterrâneas, através da lixiviação de nitratos (BALLEM 2011).

Em 240 amostras avaliadas de cama de frango de corte Zhang et al. (2002) obteve os teores médios de 2,8% de N, 2,7% de P e 2,3% de K, com teores de umidade de 23% e pH de 7,1%.

Oliveira (2001) observou que normalmente a cama de frango de corte apresenta elevados teores de nutrientes como: N ( $33,6 \text{ g kg}^{-1}$ ), P ( $13,3 \text{ g kg}^{-1}$ ), K ( $19,2 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Ca ( $25,5 \text{ g kg}^{-1}$ ) quando comparada a outras fontes de adubação orgânica.

De acordo com Adami (2012) a quantidade a ser aplicada de cama de frango de corte varia em função da sua concentração nutricional e da exigência da cultura a ser cultivada, além da sua velocidade de decomposição e liberação de nutrientes.

Os resíduos oriundos da criação de frangos de corte podem ser caracterizados como poluentes ao meio ambiente, no entanto o manejo adequado destes resíduos com altos conteúdos de nutrientes possibilita um impacto ambiental mínimo. Estes resíduos níveis excessivos de nitratos apresentam têm o potencial de poluir as águas superficiais e o lençol freático (OVIEDO-RONDÓN et al., 2008)

## **2.4 PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO**

O solo é resultante da interação de diversos fatores entre material de origem, clima, relevo, organismos vivos, além de processos pedogenéticos (adição, remoção,

transformação e transporte) que atuam em diferentes intensidades ao longo da paisagem, resultando na variabilidade de seus atributos químicos e físicos. A constituição mineralógica do solo é determinante no seu comportamento influenciando na capacidade de troca de cátions, na reação à calagem, na porosidade do solo, na sua estrutura, na estabilidade dos agregados e na sua resistência à erosão (Oliveira Junior et al., 2011).

Segundo Cavalcante et al. (2007) o uso do solo, com o passar do tempo, conduz a aumento na sua heterogeneidade, por meio dos processos de desmatamento, preparo do solo, rotações de cultura, localização de aplicação de fertilizantes, como estes são aplicados em faixas ou em linhas, isso faz com que o sistema de amostragem varie consideravelmente.

A realização de um levantamento que contemple o solo não somente como suporte físico para as plantas, mas como um ecossistema que possui características que interferem de forma direta na produtividade das culturas, é essencial para o desenvolvimento de melhores técnicas que proporcionam a exploração do sistema como um todo (MOTA et al., 2007)

A análise do solo é o principal método de informações geradas pela pesquisa sobre adubação de culturas aos produtores. As recomendações referentes às quantidades de adubos ao serem aplicadas dependem da qualidade da diagnose do grau de deficiência de determinado elemento no solo proporcionado pelo método de análise (SILVA & RAIJ 1999).

De acordo com Sena et al. (1999) o maior interesse na análise de solos está na sua avaliação dos parâmetros químicos, físicos e biológicos os quais representam como indicador de sua qualidade. Dentre os constituintes do solo, o mais estudado é a matéria orgânica (MO). Pois esta controla suas propriedades, sendo o principal fator na manutenção de sistemas agrícolas sustentáveis. A adoção de práticas que favoreçam a conservação da MO melhoram as propriedades do solo.

Segundo estudos realizados por Cavalcante et al., (2007) solos que apresentam mesma classe taxonômica, são considerados homogêneos, porém podem apresentar variações em seus atributos, devido as suas diferentes formas de manejo. Assim o manejo do solo e da cultura são importantes condicionadores da variabilidade dos atributos do solo. Desta forma as características químicas do solo, após sofrerem

sucessivas alterações provocadas pelas atividades agrícolas e por processos erosivos, comportam-se de forma diferenciada ao longo da paisagem (SOUZA et al., 2007)

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos anos de 2012 a 2016 na área de Ensino, Pesquisa e Extensão, pertencente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus de Dois Vizinhos-PR. A área experimental localiza-se nas coordenadas geográficas com latitude 25°41'32" S, longitude 53°05'42" W em uma altitude de 526 metros. O clima da região é classificado segundo Köppen como Cfa: Clima subtropical, temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, apresentando precipitação média de 2.025 mm ano, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (ALVARES et al., 2013). O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho Distrófico (BHERING, 2008).

**Tabela 1.** Laudo de amostra de solos realizada na área experimental no ano da implantação do experimento (2012), UTFPR, Dois Vizinhos - PR.

Profundi dade	pH CaCl <sub>2</sub>	MO	Ca	Al <sup>3+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	Fe	Zn	V
Cm 0,0-10	5,40	gdm <sup>3</sup> 41,55	cmol dm <sup>-3</sup> 5,07	0,00	3,26	0,15	3,58	gdm <sup>-3</sup> 64,07	1,53	% 61,32

Para o experimento utilizou-se o milho cv. híbrido, as sementeiras foram realizadas no mês de setembro de cada ano, entre 15 e 30 dias após a aplicação da cama de frango de corte. Exceto para o primeiro ano, quando a aplicação da cama de frango de corte foi realizada antes do plantio da aveia, inverno de 2012. O espaçamento entre as linhas do milho foi de 0,45 m, com uma densidade de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O plantio foi mecanizado para todos os tratamentos. O controle de plantas daninhas foi realizado conforme as necessidades, observando a competição com a cultura de interesse.

O delineamento experimental foi realizado em blocos completamente ao acaso. O tamanho das parcelas experimentais foram de 7 x 7 m, totalizando 49 m<sup>2</sup>, com três repetições cada. O experimento estava dividido em parcelas, onde foram aplicadas

doses de cama de aviário, sendo: 0; 4,5; 9; 13,5 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca de cama de aviário de frango de corte, cujas características químicas estão expressas na Tabela 2. Um tratamento foi implantado correspondendo a 100 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 100 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 200 kg ha<sup>-1</sup> N, sendo a adubação mineral recomendada para a cultura do milho a fim de comparação com a adubação orgânica.

Foram avaliados os componentes de rendimento do milho (grãos por espiga), massa de mil grãos e rendimento de grãos. A avaliação dessas variáveis foi obtida a partir da média de dez plantas por unidade experimental. Para a massa de mil grãos os mesmos foram pesados na quantidade de trezentos grãos por unidade experimental e estimada a massa de mil grãos. O rendimento de grão foi obtido através da pesagem dos grãos colhidos em área de duas linhas centrais da parcela de quatro metros de comprimento, totalizando oito metros lineares por parcela, desconsiderando bordaduras. Depois de colhido, avaliou-se a umidade do grão e corrigida para 13% para efeito de comparação dos tratamentos.



**Figura 1** - Desenvolvimento vegetativo da cultura do milho, sob aplicação de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte.

A amostragem do solo para as análises químicas de fertilidade foi realizada no início do primeiro ano de implantação do experimento (2012) e no último ano (2016). Em cada local, foi coletada uma amostra de solo, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade. Cada subamostra de solo foi coletada com pá-de-corte e consistiu de uma fatia de 5 cm de espessura por 40 cm de largura e colocados em sacos plásticos etiquetados. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras

com malhas de abertura de 2 mm. Na fração menor que 2 mm, que constitui a terra fina seca ao ar (TFSA).

As análises químicas foram realizadas de acordo com EMBRAPA (1979), constando das seguintes determinações: MO, CTC, pH, H+Al, Al, P, K, Ca, Ca, Mg, SB e V%.

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de significância de 5% de probabilidade, as médias de efeito qualitativo foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e de efeito quantitativo realizando análises de regressão polinomial.

Amostras compostas de cama de aviário de frango de corte foram coletadas durante o processo de limpeza do aviário, a fim de realizar a caracterização química da mesma e aplicada ao solo antes da implantação do experimento. A cama de aviário de frango de corte, composta de dejetos das aves e maravalha, apresentou teor de 75% de matéria seca.

**Tabela 2.** Teores de nitrogênio, fósforo e potássio presentes na cama de aviário de frango de corte.

Ano	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O
.....g kg <sup>-1</sup> .....					
2012	26,80	14,10	32,27	14,30	17,08
2013	23,40	2,08	4,76	14,24	17,01
2014	35,10	8,68	19,87	22,48	26,86
2015	55,10	9,87	22,59	38,90	46,48

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PRODUÇÃO DE MILHO COM DIFERENTES DOSES DE CAMA DE FRANGO DE CORTE

Na tabela abaixo (Tabela 3) observa-se de forma mais detalhada os teores de N e sua eficiência no período de 2012, 2013, 2014 e 2015. Sendo disponível para a planta 50% no seu primeiro ano e 20 % no ano seguinte (CQFS 2004).

**Tabela 3.** Quantidade aplicada de nitrogênio (N) e eficiência estimada (0,5 primeiro no ano e 0,2 no segundo ano).

		Dose de Cama de frango, kg ha <sup>-1</sup>		
		4.500	9.000	13.500
		kg ha <sup>-1</sup>		
2012	Total	120,60	241,2	361,8
	<i>Eficiência</i>	60,30	120,6	180,9
2013	Total	105,30	210,6	315,9
	<i>Eficiência</i>	76,77	153,54	230,31
2014	Total	157,95	315,9	473,85
	<i>Eficiência</i>	100,04	200,07	300,11
2015	Total	247,95	495,9	743,85
	<i>Eficiência</i>	155,57	311,13	466,70

De acordo com Adami (2012) N e o P disponível presente na cama encontra-se na forma orgânica e inorgânica. A parte inorgânica é facilmente extraída e mensurada, entretanto, o N e P orgânico precisam passar pelo processo de mineralização sendo mais difícil de ser mensurado que em grande parte do não é imediatamente disponível para as plantas.

**Tabela 4.** Quantidade aplicada de fósforo (P) e eficiência estimada (0,8 primeiro no ano e 0,2 no segundo ano).

		Dose de Cama de frango, kg ha <sup>-1</sup>		
		4.500	9.000	13.500
		kg ha <sup>-1</sup>		
2012	Total	145,19	290,39	435,58
	<i>Eficiência</i>	116,16	232,31	348,47
2013	Total	21,42	42,84	64,26
	<i>Eficiência</i>	46,17	92,35	138,52
2014	Total	89,42	178,83	268,25
	<i>Eficiência</i>	75,82	151,63	227,45
2015	Total	101,64	203,27	304,91
	<i>Eficiência</i>	99,19	198,38	297,58

A tabela 5 apresenta a quantidade de K, aplicada na cultura do milho e sua eficiência estimada nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015, sendo o que os teores de K são disponibilizados ao solo em sua totalidade no primeiro de aplicação.

**Tabela 5.** Quantidade aplicada de potássio (K) e eficiência estimada (1,0 primeiro ano).

		Dose de Cama de frango, kg ha <sup>-1</sup>		
		4.500	9.000	13.500
		kg ha <sup>-1</sup>		
2012	Total	76,88	153,76	230,65
	<i>Eficiência</i>	76,88	153,76	230,65
2013	Total	76,56	153,12	229,68
	<i>Eficiência</i>	76,56	153,12	229,68
2014	Total	120,86	241,72	362,58
	<i>Eficiência</i>	120,86	241,72	362,58
2015	Total	209,14	418,28	627,42
	<i>Eficiência</i>	209,14	418,28	627,42

No primeiro cultivo após a aplicação da cama de aviário de frango de corte o K, ao contrário do N e P, não é afetado pela taxa de mineralização, ficando todo disponível à cultura, por não possuir estruturas químicas orgânicas que necessitem da mineralização microbiana (MEURER; INDA JUNIOR, 2004), assim a liberação de K é mais rápida em comparação ao N e P (LEITE et al., 2010).

Para Adami (2012) à rápida liberação inicial de nutrientes da cama de aviário de frango de corte, o N, P e K disponíveis e não absorvido pelas plantas estarão susceptíveis a perdas pelo transporte da água na infiltração ou escoamento de superfície durante a chuva.

Na Fig. 2A observam-se os resultados obtidos para o rendimento de grãos de milho em kg ha<sup>-1</sup>, no primeiro ano em que o experimento foi desenvolvido (safra 2012/2013), através da aplicação de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte em comparação a adubação mineral. Nota-se que sem a utilização da cama de aviário de frango de corte, a produtividade estimada de grãos foi de 5631,4 kg ha<sup>-1</sup>, com acréscimo médio de 80,6 kg ha<sup>-1</sup> a cada tonelada aplicada. Desta forma a máxima eficiência técnica foi encontrada na dose de 7,63 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango onde se obteve



o maior de rendimento de grãos de milho, sem diferir do tratamento com adubação mineral.

Analisando o segundo ano de implantação do experimento o rendimento de grãos de milho apresentou efeito linear com a aplicação das doses de cama de aviário, com a dose máxima de cama de aviário ( $13,5 \text{ t ha}^{-1}$ ) superior ao tratamento com a adubação mineral (Fig. 2B) e produção de estimada de  $305 \text{ kg ha}^{-1}$  de grãos a cada tonelada de cama de frango adicionada na cultura, no entanto, a produção onde não ocorreu nenhum tipo de adubação foi de  $5.933 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Para o terceiro ano do experimento nota-se que ocorreu efeito linear na produção de milho (Fig. 2C). A produção sem adubação foi de  $5.990 \text{ kg ha}^{-1}$  de milho, podemos relacionar que à medida que a adubação orgânica foi adicionada houve um aumento na produção  $590,02 \text{ kg ha}^{-1}$  por tonelada de cama de frango adicionada.

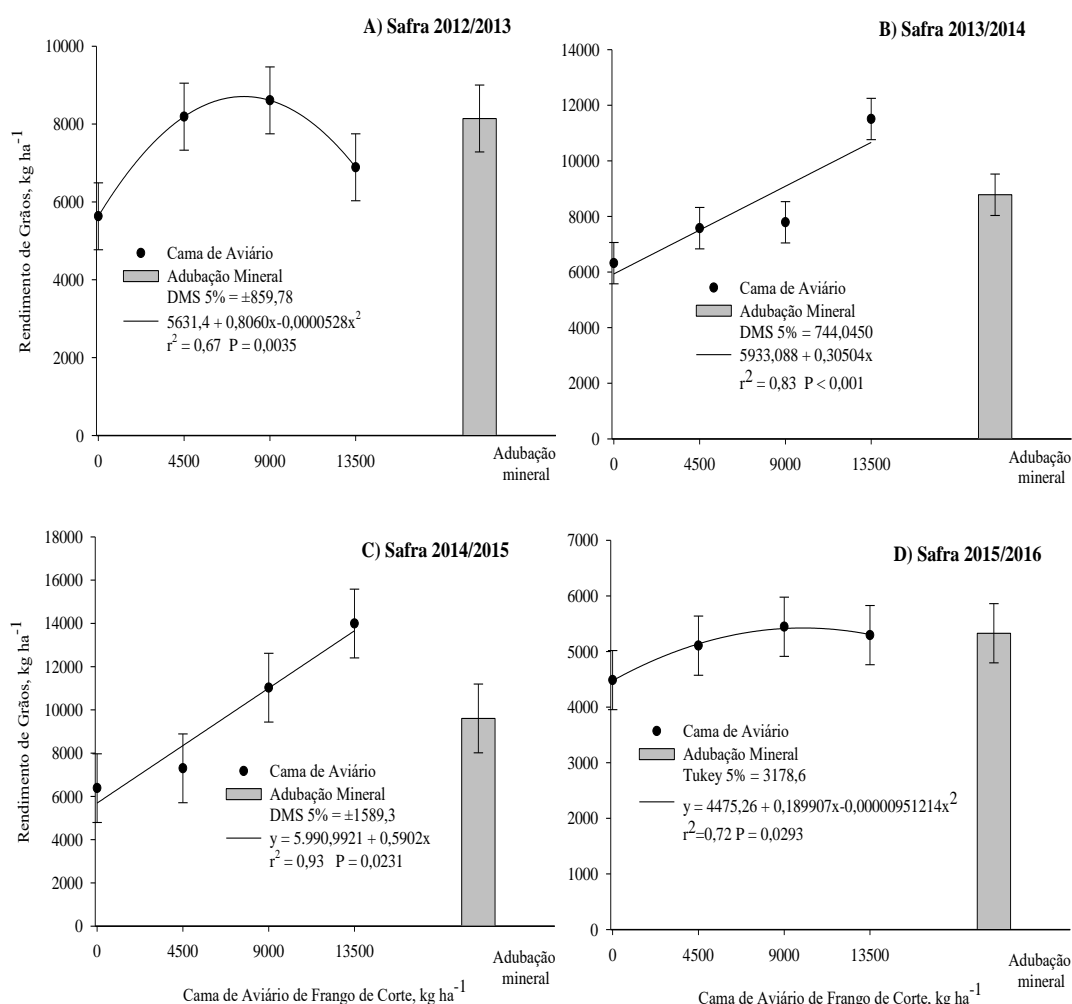
Para Dynia et al. (2006) a taxa de mineralização dos resíduos orgânicos no solo, ocorre de maneira gradativa, quando comparada ao primeiro ano da aplicação da cama de frango de corte na cultura do milho. O fornecimento de dose adequada de matéria orgânica de origem animal proporciona efeitos positivos sobre o rendimento das culturas, devido principalmente ao complexo de nutrientes nela contido (RODRIGUES et al., 2009). Estes resultados podem estar relacionados ao suprimento de nutrientes fornecidos via adubação orgânica (NOWASKI et al., 2013).

Ao analisarmos o quarto ano de implantação do experimento (Fig. 2D) ocorreu efeito quadrático, com aumento de produção até aproximadamente  $9 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de frango aplicada na cultura do milho. Estes resultados indicam que outros fatores interferiram na resposta da planta à adubação com cama-de-frango, como a interação com outros nutrientes, pois sabe-se que doses altas de adubos alteram as relações entre nutrientes e salinizam o solo (RODRIGUES & CASALI, 1999), deixando o P indisponível para as plantas, outro fator que contribuiu para estes resultados foi ocasionado pelo déficit hídrico, devido a pouca chuva durante a implantação do experimento.

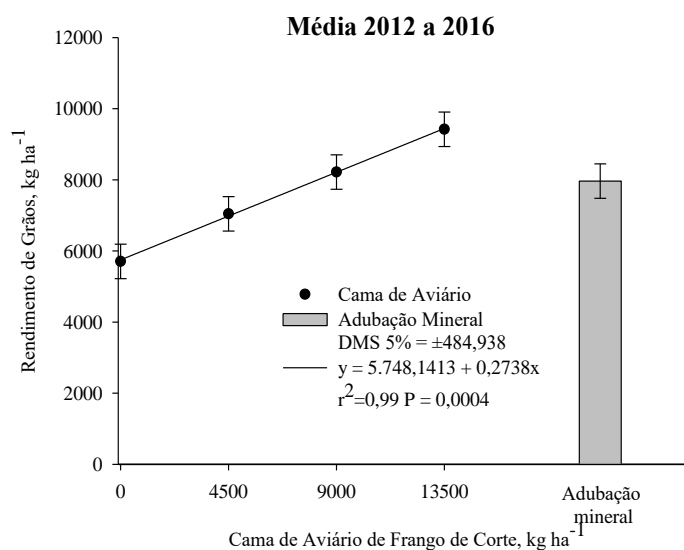
No entanto, para uma correta aplicação durante vários anos consecutivos da cama de aviário de frango de corte, como fertilizante orgânico na cultura do milho torna-se importante a realização de uma análise de solo, contribuindo na redução de custos na cultura através do efeito residual da adubação antecessora a cultura. Segundo Cavalcante et al. (2007) no Brasil a aplicação de insumos é baseada nos teores médios

da fertilidade do solo, os quais podem ser subestimados ou superestimados, através do conhecimento detalhado da variabilidade espacial dos atributos da fertilidade, desta forma otimizando a aplicação localizada de corretivos e fertilizantes, melhorando o controle do sistema de produção das culturas e as contaminações ambientais.

Contudo, ao aplicar cama de aviário de frango de corte como fertilizante orgânico em culturas sucessivas, torna-se importante uma análise prévia do solo, pois deve ser considerado o efeito residual, que pode possibilitar uma redução nos custos com adubação no ano seguinte de aplicação.



**Figura 2** - Rendimento de grãos de milho (kg ha<sup>-1</sup>), em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte. Fig. 1A: Safra 2012/2013. Fig. 1B: Safra 2013/2014. Fig. 1C: 2014/2015 e Fig. 1D: 2015/2016. Barras não coincidentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016.



**Figura 3** - Média de quatro safras do rendimento de grãos de milho (kg ha<sup>-1</sup>), em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte, barras não coincidentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016.

Desta forma, a produção média durante os quatro anos (Fig. 3) teve efeito linear crescente na produtividade do milho, sendo que sem a adubação de cama de frango de corte, obteve-se 5.748 kg ha<sup>-1</sup>, à medida que aumentamos uma t ha<sup>-1</sup> de cama de frango houve um acréscimo na produção de 273,8 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de milho, sendo que a maior produtividade ocorreu com a aplicação de 13,5 t ha<sup>-1</sup> atingindo a produtividade de 9501,14 kg ha<sup>-1</sup>. Ao compararmos com o tratamento mineral verifica-se que a produção é maior nas doses de 9 t ha<sup>-1</sup> a 13,5 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango de corte.

Este efeito crescente na produção deve-se ao acúmulo de nitrogênio no solo, o qual não é mineralizado totalmente no primeiro ano de aplicação a cultura, sendo disponível nos anos seguintes, porém em menores proporções.

Para Rodrigues et al. (2009) utilizar qualquer fonte de matéria orgânica de origem animal ou vegetal, aplicada no solo de maneira correta em dose suficiente, proporciona efeitos positivos sobre a produtividade de diversas culturas, isto deve-se ao fato desta possuir elevado nível de nutrientes em sua composição.

Para Konzen (1999) a aplicação da adubação orgânica em solos brasileiros para suprir as necessidades das culturas, mostrou-se eficiente proporcionando maiores

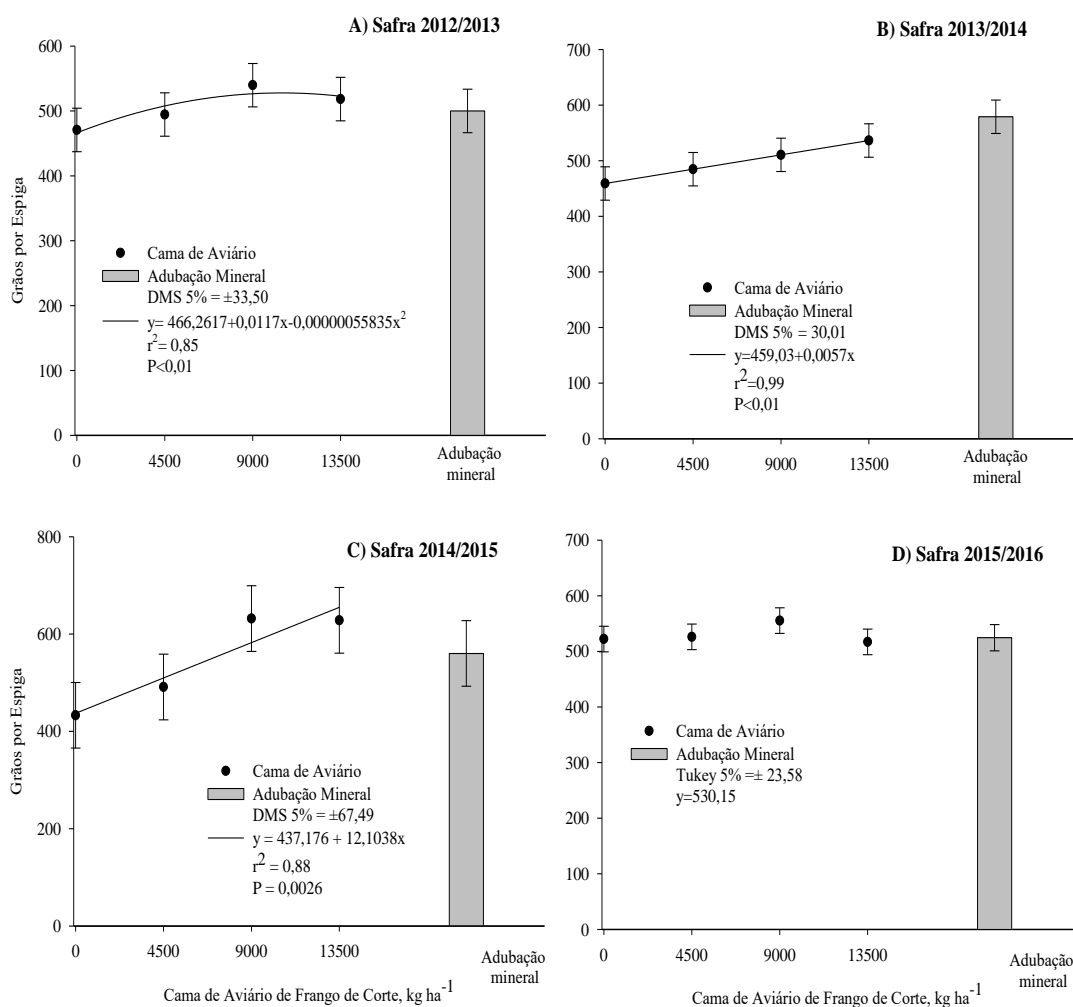
rendimentos quando comparada a utilização da adubação química, a utilização da adubação orgânica aumenta a presença de microorganismos vivos no solo no qual agem de modo benéfico na decomposição da matéria orgânica no solo. No entanto, é de extrema importância levar em consideração a concentração química e os teores de macronutrientes presentes na cama de aviário de frango de corte (Tabela 2), pois o valor da cama de frango geralmente é determinado pela concentração de N, P e K quando comparada a adubação química (Tabela 2).

A disponibilidade de N, P e K para a primeira cultura é de 50, 80 e 100% respectivamente e de 20% para o N e o P na segunda cultura, após aplicação da cama de aviário de frango de corte (CQFS 2004), conforme calculado nas tabelas 3, 4 e 5. Desta forma, a disponibilidade de nutrientes não é totalmente disponibilizada a planta no seu primeiro ano de cultivo, quando comparada a aplicação da adubação mineral no qual o N possui pouco ou nenhum efeito residual no ano seguinte.

Em relação ao número de grãos por espiga, observou-se que na safra 2012/2013 (Fig. 4A) ocorreu um aumento até a aplicação de 9 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário de frango de corte, porém não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos com adubação mineral.

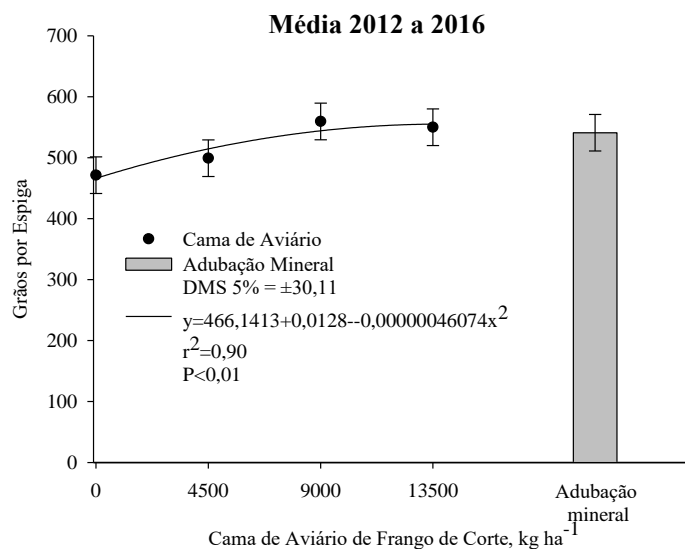
Para a produção da safra 2013/2014 e 2014/2015 (Fig. 4B e 4C) é possível visualizar que a produtividade de grãos apresentou tendência linear crescente, em função dos níveis do adubo orgânico avaliado. Tal efeito é justificado pelo fato de que, em geral, o aumento das doses de cama de aviário de frango de corte resultou na melhoria das propriedades químicas do solo. Porém, não diferiu significativamente a quantidade de grão por espiga dos tratamentos que receberam adubação mineral. Resultados semelhantes a estes foram observados por Cavalcante (1988).

Quanto a produtividade na safra 2015/2016 (Fig. 4D) ocorreu aumento na quantidade de grãos por espiga até a aplicação de 9 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário de frango de corte, não apresentando resposta a maiores doses aplicadas, tornando-se inviável economicamente a aplicação de doses superiores a essa, não ocorreu diferenças significativas com a adubação mineral. Em comparação as safras anteriores à quantidade de grãos por espiga foi mais elevada, acima de 500 grãos para todos os tratamentos. Estes resultados estão relacionados à taxa de mineralização da adubação por cama de aviário de frango de corte.



**Figura 4** – Número de grãos por espiga de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte. Fig. 1A: Safra 2012/2013. Fig. 1B: Safra 2013/2014. Fig. 1C: 2014/2015 e Fig. 1D: 2015/2016. Barras não coincidente diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016.

As médias das quantidades por grãos por espiga de milho, englobando todas as safras (Fig. 5), foram superiores a 466 grãos para todos os tratamentos. Para Bergamaschi et al. (2004), o número de grãos por espiga de milho são os componentes de produção mais afetados pelo déficit hídrico quando este ocorre no período que vai do apendoamento ao início de enchimento de grãos.



**Figura 5** - Média de quatro safras do número de grãos por espiga de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte, barras não coincidentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016.

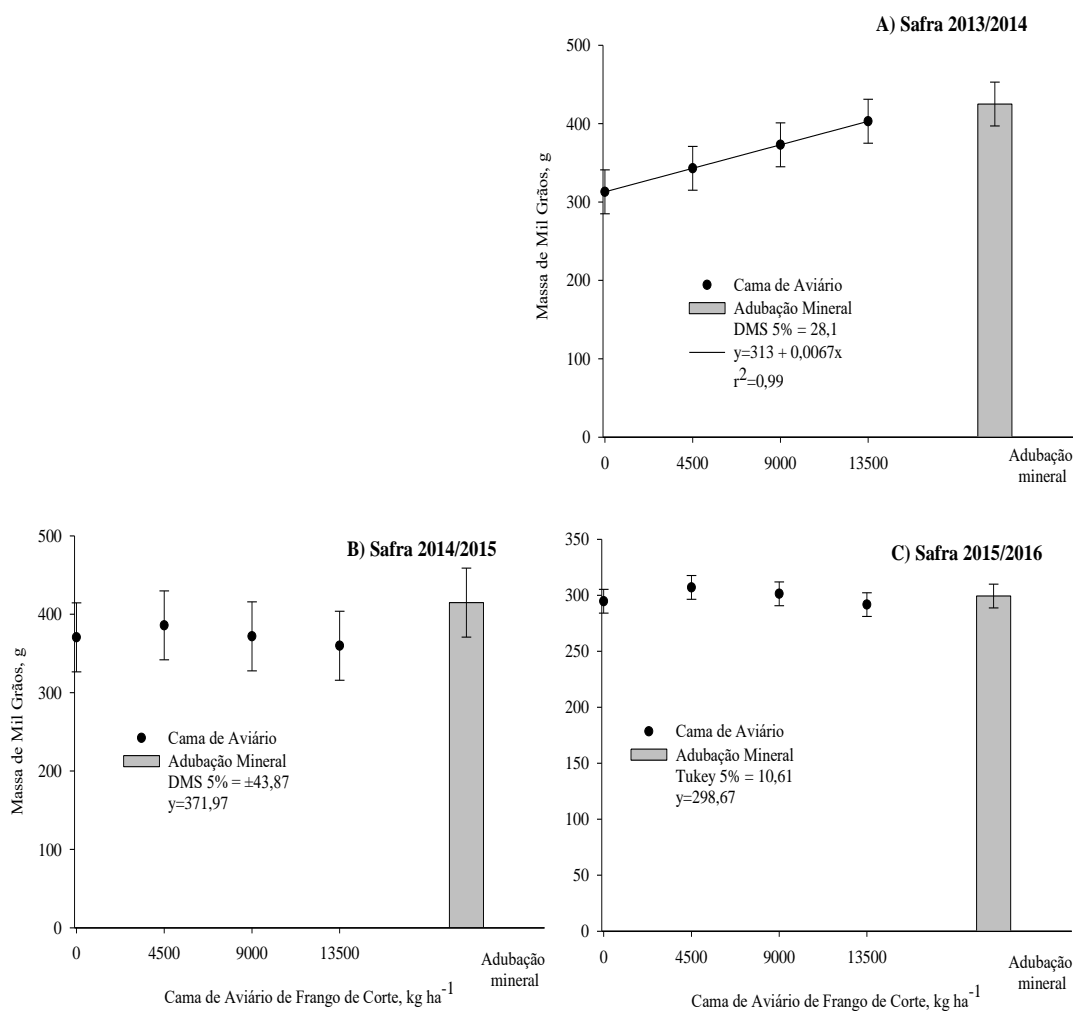
O uso de doses crescentes de cama de aviário de frango de corte promoveu, na safra 2013/2014, aumento linear na massa de mil grãos de milho (Fig. 6A), sendo que onde não houve aplicação de nenhum tipo de adubação, a massa foi de 313 gramas. Com o uso de adubação mineral observou-se resultados semelhantes aos tratamentos que receberam  $13,5 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de aviário de frango de corte.

Observando a safra 2014/2015 (Fig. 6B) nota-se que não ocorreu diferenças significativas entre os tratamentos que receberam cama de aviário de frango de corte, obtendo uma média de 371,9 gramas para cada mil grãos de milho, porém, ao compararmos com a com adubação mineral, a massa de grãos de milho foi mais elevada.

Ao analisarmos a massa de mil grãos na safra de 2015/2016 (Fig. 6C), verificou-se que não houve diferenças entre as doses de cama aplicadas na cultura do milho, obtendo em média 298,67 gramas a cada mil grãos de milho, sendo que com a adubação mineral as diferenças não foram significativas.

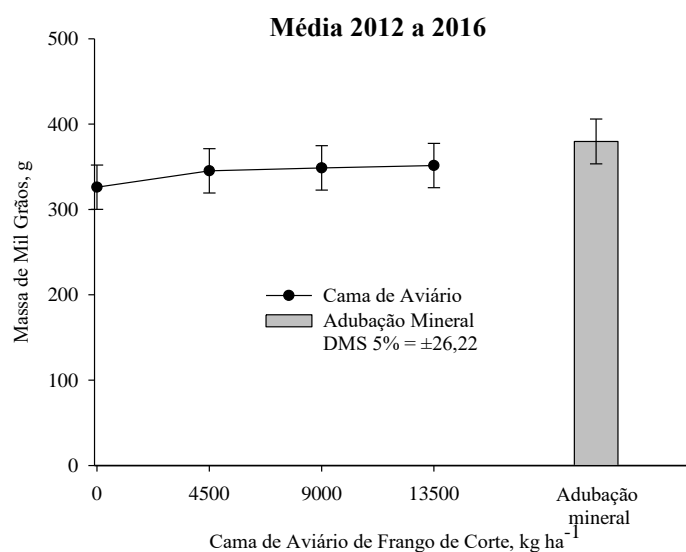
De acordo com Fancelli & Dourado Neto (2000) a massa de mil grãos é considerada um importante componente para avaliar a produtividade de grãos de milho, qualquer tipo de estresse a que a planta seja submetida após o seu florescimento, poderá

afetar significativamente a sua produção. A deficiência ou excesso de nitrogênio (N) poderá reduzir a massa de grãos das plantas de milho (SOARES, 2003).



**Figura 6** - Massa de mil grãos (g) em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte. Fig. 1A: Safr 2012/2013. Fig. 1B: Safr 2013/2014. Fig. 1C: 2014/2015 e Fig. 1D: 2015/2016. Barras não coincidentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016.

Observando as médias da massa de mil grãos (Fig. 7) nota-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos que receberam adubação com cama de aviário de frango de corte. Porém, os tratamentos que receberam adubação mineral na cultura do milho apresentaram um maior ganho de massa em comparação aos tratamentos com adubação orgânica.



**Figura 7** - Média da massa de mil grãos (g) em função das doses do resíduo orgânico cama de aviário de frango de corte. Fig. 1A: Safra 2012/2013. Fig. 1B: Safra 2013/2014. Fig. 1C: 2014/2015 e Fig. 1D: 2015/2016. Barras não coincidentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo Teste de Tukey. UTFPR - Dois Vizinhos, 2012 a 2016.

De acordo com Silva et. (2004) a utilização de cama de aviário proporciona maior o aumento de nutrientes ao solo por um período maior de tempo, melhorando a eficiência de absorção de nutrientes por parte das plantas, equilibrando assim os processos de imobilização e mineralização.

A utilização da adubação orgânica torna-se uma alternativa para os agricultores na redução de custos na agricultura, implantando modelos de produção mais sustentáveis.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

O efeito do acúmulo de matéria orgânica foi maior nas primeiras camadas do solo, à medida que aumentamos da profundidade de coleta do solo obtivemos menores teores, ou seja, os teores de matéria orgânica do solo verificado na camada 0-5 cm (Fig. 8a) foram superiores as demais camadas analisadas, ficando os níveis entre 42 a 53 g



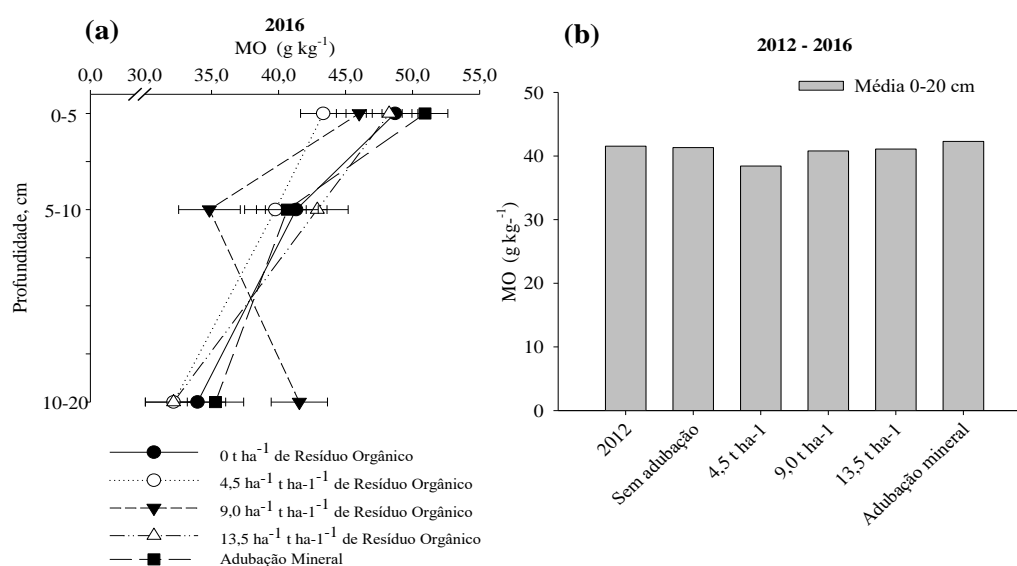
$\text{kg}^{-1}$ , este fator está relacionado ao manejo conservacionistas do solo e uso do plantio direto, pois podem contribuir de forma significativa teores de matéria orgânica, onde concentram-se o maiores teores de resíduos culturais e conseqüentemente, na fertilização do solo. De acordo com Santos & Tomm (2002) os resultados observados comprovam o efeito benéfico da rotação de culturas, na distribuição dos nutrientes no solo.

Contudo, à medida que aumentamos a profundidade de coleta os teores de matéria orgânica, conseqüentemente diminuíram. Para Silva et al. (2006) o decréscimo em profundidade nos teores de matéria orgânica está relacionado com a intensidade de preparo e incorporação dos resíduos ao solo. Resultados semelhantes foram encontrados em experimentos realizados por Falleiro et al. (2003) em que os teores de matéria orgânica foram superiores nas camadas mais superficiais do solo entre 0-5 cm em relação aos dos demais tratamentos, este fator ocorre pelo não-revolvimento do solo e à permanência dos resíduos culturais e da adubação orgânica na sua superfície do solo.

Observa-se que uso da adubação da cama de aviário frango de corte proporcionou maior teor de matéria orgânica no solo, quando comparado sem uso de adubação. Resultados semelhantes foram encontrados por Durigon et al. 2002 e Silva et al. (2012) no qual afirmam que está relacionada ao efeito da matéria orgânica, melhorando as propriedades do solo, resultando no maior crescimento e desenvolvimento das plantas de milho, visto que a maioria dos solos brasileiros apresenta disponibilidade de fósforo baixa, potencializada pela acidez.

Analisando um tempo maior e na profundidade de 0-20 cm (Fig. 8b), nota-se que não ocorreram diferenças significativas entre os resultados obtidos, ficando próximos de  $40 \text{ g kg}^{-1}$  os níveis de matéria orgânica, mesmo nas parcelas que receberam adubação mineral.

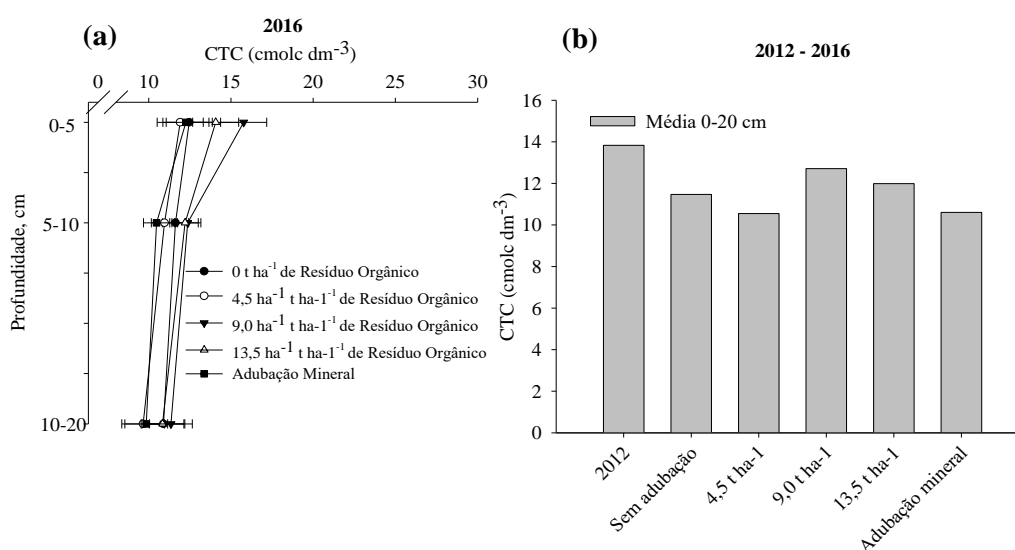
Desta forma o aumento nos níveis de matéria orgânica presente no solo provoca também aumento nos teores de N, isto ocorre ao fato de que o teor de N da matéria orgânica é constante (WIETHOLTER 2000).



**Figura 8** - Matéria orgânica (MO) do solo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR.

Os resultados referentes à análise descritiva para os teores de CTC (Capacidade de troca de cátions) são apresentados na Fig. 9a. Nota-se que os valores foram maiores em superfície (0-5 cm) e nas parcelas que receberam adubação de cama de frango de corte na quantidade de 9,0 e 13,5  $\text{t ha}^{-1}$ . Sendo que os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas nos resultados. Embora a matéria orgânica (Fig. 9) do solo não tenha sofrido significativas alterações com acréscimo de cama de aviário de frango de corte, a CTC (Fig. 9a) foi melhorada nas maiores doses de fertilizante orgânico comparado a testemunha e a adubação mineral, resultados semelhantes foram obtidos por Meek et al. (1982). Nesse sentido, além da quantidade, a qualidade da matéria orgânica adicionada ao solo é importante na melhoria da fertilidade a longo prazo (SANTOS et al., 2001)

Analisando os teores da CTC em profundidade observa-se o decréscimo do mesmo conforme aumentamos a profundidade de coleta do solo, sendo está relacionada aos teores de matéria orgânica presentes no solo, sendo assim conforme aumenta a matéria orgânica, tende a aumentar a capacidade de troca de cátions (CTC). Avaliando em um período maior de tempo (Fig. 9b) nota-se que os maiores índices foram no período de 2012 resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. 2001.



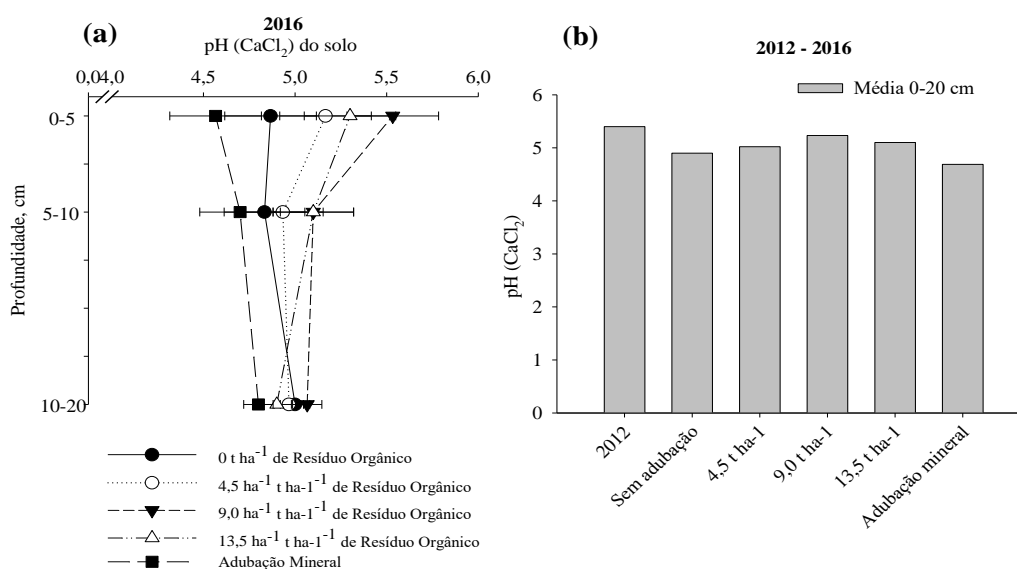
**Figura 9** - Capacidade de troca de cátions (CTC) do solo (cmolc dm<sup>-3</sup>) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR.

O aumento no pH foi maior na camada superficial do solo (0-5 cm), independentemente do modo de aplicação da cama de aviário de frango e decresceram com o aumento da profundidade do solo (Figura 10a). Para Caires et al. (2004) a diminuição da acidez nas camadas mais profundas é ocasionada pelo processo de lixiviação de sais através do perfil do solo.

Observando-se as parcelas que receberam adubação mineral ou aquelas sem adubação de cama de frango de corte, os níveis de acidez do solo foram mais elevados com pH entre 4,5 a 5, quando comparada aos tratamento que receberam adubação de cama de aviário de frango de corte. Estes resultados devem-se a utilização da cama de aviário de frango de corte, que contribui de forma significativa na melhoria do pH do solo, decorrente do efeito do cal virgem aplicado na desinfecção dos aviários no intervalo de cada lote, contribuindo desta forma na correção da acidez do solo. Os resultados foram semelhantes aos obtidos por Moore Jr. et al. (1995) em que os autores utilizaram cama de aviário de frango de corte como adubação tendo como resposta pH foi acima de 7. Com a maior dose de cama de frango aplicada, 13 t ha<sup>-1</sup>, observa-se que o pH volta a valores menores, assim como outros atributos que expressam a acidez de solo como H+Al e Al (Fig. 11 e 12). Isso provavelmente dividido a alta quantidade de

material orgânico adicionado e a mineralização dessa matéria orgânica ter contribuído para maior acidez (MAIA & CANTARUTTI 2004). Contudo, o tratamento com maior acidez foi com uso exclusivo de adubação mineral, o que é esperado considerando uso de fertilizantes que passaram por tratamento ácido na sua fabricação. Além de não ter em sua composição bases neutralizantes na proporção aplicada com a cama de aviário de frango de corte.

Ao analisarmos a Figura 10b, entre o período de 2012 a 2016 o pH se manteve próximo de 5, não havendo diferenças significativas, sendo que a quantidade de 9 t ha<sup>-1</sup> cama de aviário de frango de corte aplicadas manteve o pH mais elevado em relação às demais quantidades aplicadas.



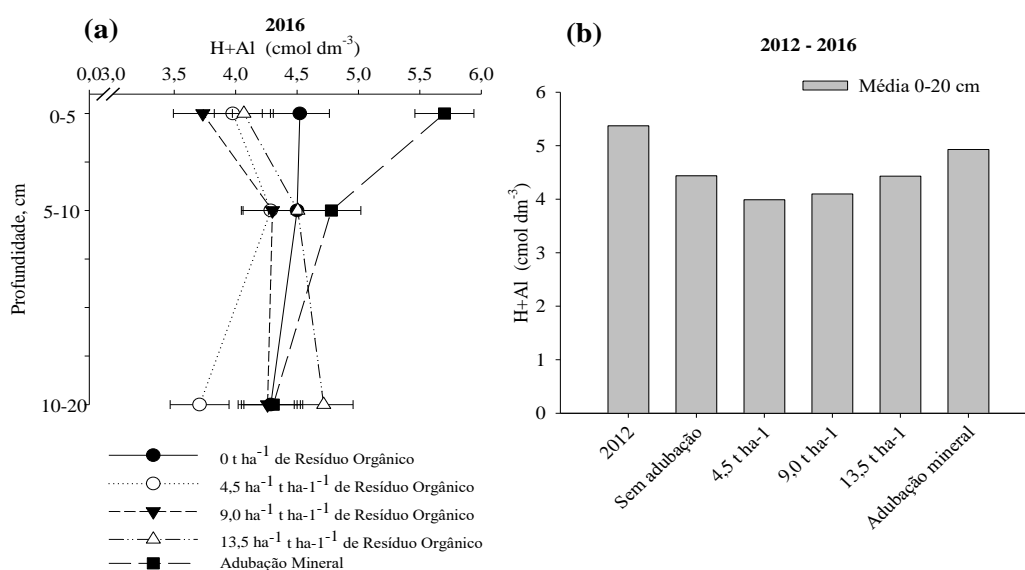
**Figura 10** -Valores de pH (CaCl<sub>2</sub>) solo sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR.

De acordo com os dados apresentados na figura abaixo (Fig. 11a), os teores de H<sup>+</sup>Al (acidez potencial) foram maiores na camada superficial do solo, entre 0-5 cm, sendo que nas parcelas que não receberam adubação por cama de frango de corte e naquelas que foi aplicado adubação mineral (Fig. 11a). De acordo com Falleiro et al. (2003) estes teores é resultante do incremento da força iônica da solução e dos valores

de pH e MO nessa camada, com isso o aumento da força iônica diminui a atividade dos íons, o aumento do pH afeta a especiação e solubilização do alumínio.

Nas camadas entre 5-10 cm houve diminuição nos teores de H+Al nas parcelas que receberam adubação mineral, nas parcelas que não foram aplicadas nenhum tipo de adubação não houve diferenças significativas, porém ao analisarmos as parcelas com adubação por cama de aviário de frango de corte os resultados obtidos indicaram aumento nos níveis deste elemento no solo.

Avaliando a profundidade entre 10-20 cm da superfície do solo observa-se que ocorreu uma diminuição nos níveis de H+Al para as parcelas que receberam 4,5 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango de corte e nas parcelas com adubação de 13,5 t ha<sup>-1</sup> os teores aumentaram, sendo que nos demais tratamentos não ocorreram diferenças significativas. Resultados semelhantes foram encontrados por Pires et al. 2008 em que H + Al também evidenciou valores maiores no tratamento adubado com fertilizante mineral em relação aos tratamentos que receberam adubos orgânicos.



**Figura 11** - Valores de H+Al (cmolc dm<sup>-3</sup>) solo sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR.

Os teores de H+Al durante o período de 2012 a 2016 (Fig. 11b) foram menores nas parcelas em que receberam adubação de cama de frango de corte, estes resultados

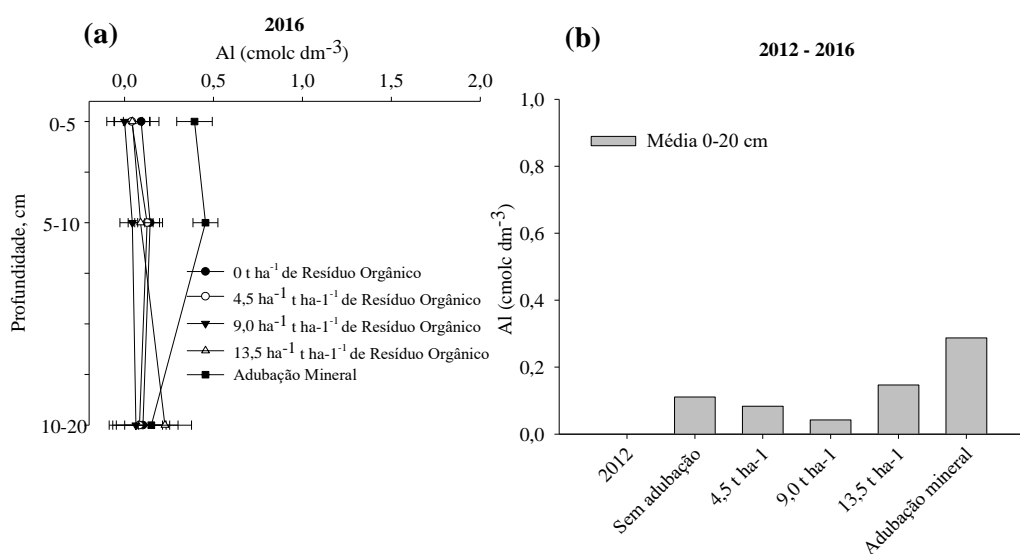
devem-se ao fato da aplicação de cal como forma de tratar a cama de frango entre os intervalos de lotes que ao ser aplicada no solo elevam seu pH, onde a neutralização deste elemento decorre dos teores de cálcio e magnésio no solo (PEREIRA et al., 2000).

Segundo Alvarez et al. (1996) o aumento do pH do solo proporciona a diminuição na solubilidade do  $H^+$  + Al, com pH entre 5,5 a 8,0. Para o autor os níveis de alumínio encontrados no solo dependem do seu processo de saturação, do pH, dos teores de matéria orgânica e da presença de íons no solo.

Ao ser analisado os teores de Al (Fig. 12a) nota-se que os menores níveis foram encontrados nas parcelas que receberam adubação de cama de frango de corte, na profundidade entre 0-5 cm. Isto pode ser explicado principalmente pela presença de cal aplicada na cama de frango de corte entre os intervalos dos lotes como forma de desinfecção na qual proporciona aumento nos níveis de alumínio. Outro fato se deve a complexação do Al pela matéria orgânica, como a CTC foi melhorada, presume-se que, a matéria orgânica adicionada ao solo pode atuar como complexador no Al trocável, evitando assim toxidez do elemento para a cultura (AMARAL et al., 2004).

Quanto aos tratamentos adubados com fertilizante mineral apresentaram valores superiores aos encontrados nos adubados com compostos orgânicos, tais resultados são concordantes com Pires et al. (2008).

Avaliando em profundidade de 0-20 cm durante 2012 a 2016 nota-se que os maiores teores sem mantiveram para adubação mineral (Fig. 12b).



**Figura 12** - Alumínio (Al) presente no solo (cmolc dm<sup>-3</sup>) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto

de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR.

Observa-se que os teores de P (Fig. 13a) determinados nas parcelas com diferentes doses de cama de frango de corte em comparação com adubação mineral, diminuíram em profundidade e acumulam-se na camada do solo de 0-5 cm. De acordo com Costa & Rosolem (2000) quanto maior o teor de matéria orgânica no solo, menor será o seu manejo oxidativo, sendo assim as reações de fixação são minimizadas devido ao menor contato com o solo, provocando maior impacto nas camadas mais superficiais até 10 cm de profundidade, devido à baixa mobilidade do P no solo. Além disso, o P possui baixa mobilidade no solo o que acarretou acúmulo em superfície.

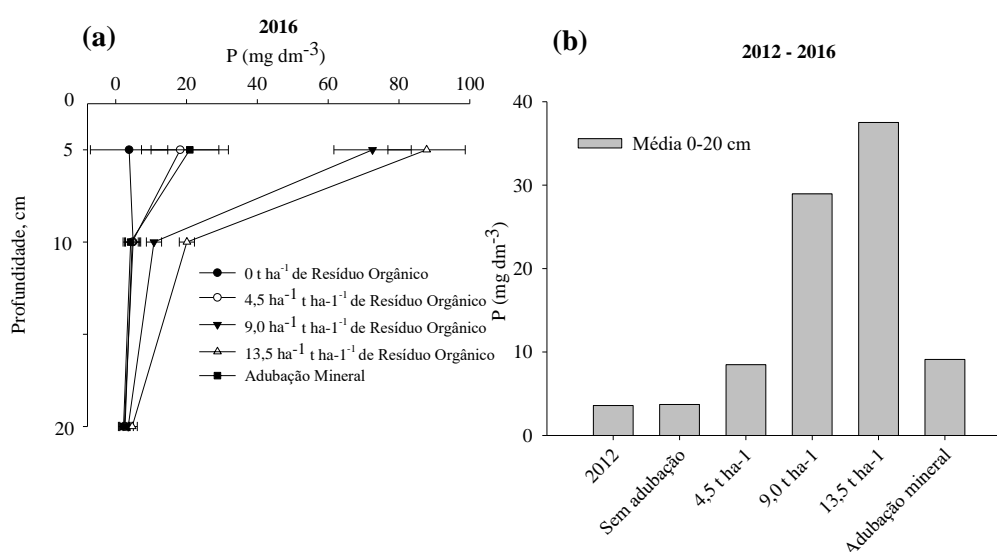
Desta forma a aplicação de diferentes doses de cama de frango de corte apresentou influências sob os resultados obtidos, verificamos que à medida que aumentamos as doses de adubação de orgânica no solo ocorre aumento na disponibilidade de P no solo na camada 0-5 cm. Sendo que os níveis mais elevados foram nas parcelas que receberam com 9 e 13,5 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango de corte. Ressaltamos que 80% do fósforo presente na cama de frango de corte é liberados nos primeiros anos de cultivo e os restantes nos próximos anos, isso justifica o aumento do teor deste nutriente, na camada superficial do solo entre 0-5 cm (CQFS – RS/SC, 2004). Com doses acima de 4,5 t ha<sup>-1</sup> verifica-se acúmulo de P no solo, uma vez que nessa dose os teores de P no solo são semelhantes ao tratamento com adubação mineral. Quanto à utilização da adubação mineral nota-se que a presença de P ficou próxima a 20 mg dm<sup>-3</sup>, resultado próximo ao encontrado com a aplicação de 4,5 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango de corte.

Independente da profundidade ao analisarmos as parcelas que não receberam nenhum tipo de adubação os teores de fósforo foram menores. Os teores P presentes na profundidade de 20 cm não apresentaram diferenças significativas entre as doses de adubação.

Ao realizarmos uma análise mais ampla entre o período de 2012 a 2016 (Fig. 13b), com a profundidade de 0-20 cm nota-se que os teores mais altos também foram com as aplicações de 4 e 13,5 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango de corte, sendo que a adubação mineral não diferiu significativamente da adubação orgânica na quantidade de 4,5 t ha<sup>-1</sup>.

De acordo com Sidiras & Pavan (1985) o maior acúmulo de P próximo à superfície do solo são provocadas pelas aplicações de fertilizantes fosfatados anualmente, uma vez que não ocorre o revolvimento de solo no sistema de plantio direto, por ocasião da incorporação de sementes e pela baixa mobilidade deste nutriente no solo.

Considerando que 80% do fósforo contido na cama de aviário é liberado para o primeiro cultivo (CQFS – RS/SC, 2004), isso explica o aumento no teor deste nutriente, principalmente na camada superficial do solo entre 0-2,5 cm.



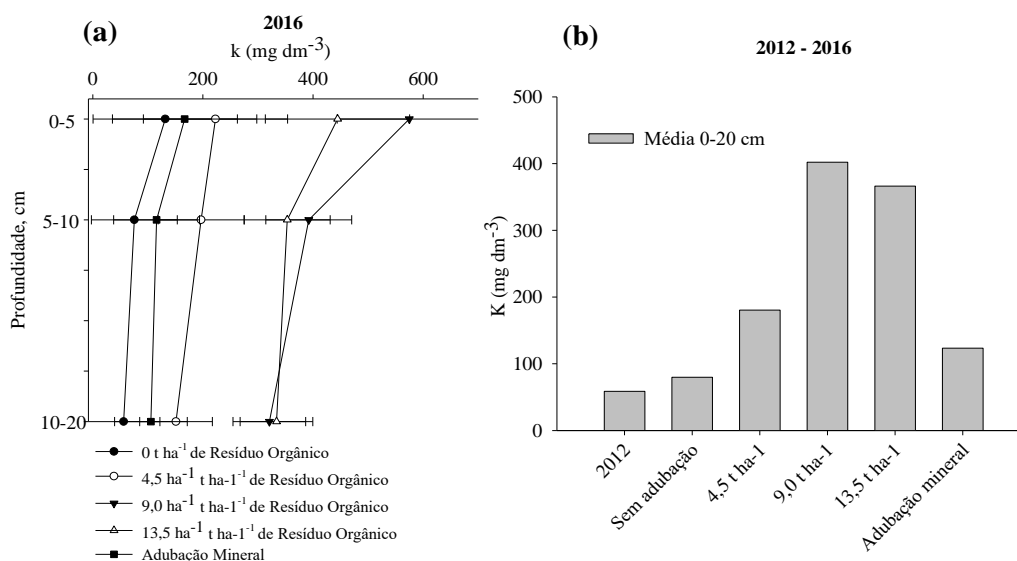
**Figura 13** - Teores de fósforo (P) do solo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR.

Para os teores de K (Fig.14a) percebe-se acúmulo maior em profundidade nas doses de cama de aviário de frango de corte 9 t ha<sup>-1</sup> e 13,5 t ha<sup>-1</sup>, este fato deve-se ao processo de lixiviação do K, devido a sua maior mobilidade. Enquanto que os menores teores deste elemento foi encontrado nas parcelas que não receberam nenhum tipo de adubação ou aquelas em que foi aplicada adubação mineral. Em todas as condições do estudo de análise, a saturação por potássio decresceu com o aumento da profundidade.

Em análise mais ampla entre os anos 2012-2016 e com profundidade de 0-20 cm, nota-se que os teores de potássio foram maiores nas parcelas que receberam adubação por cama de frango de corte, sendo que os maiores teores foram obtidos nas



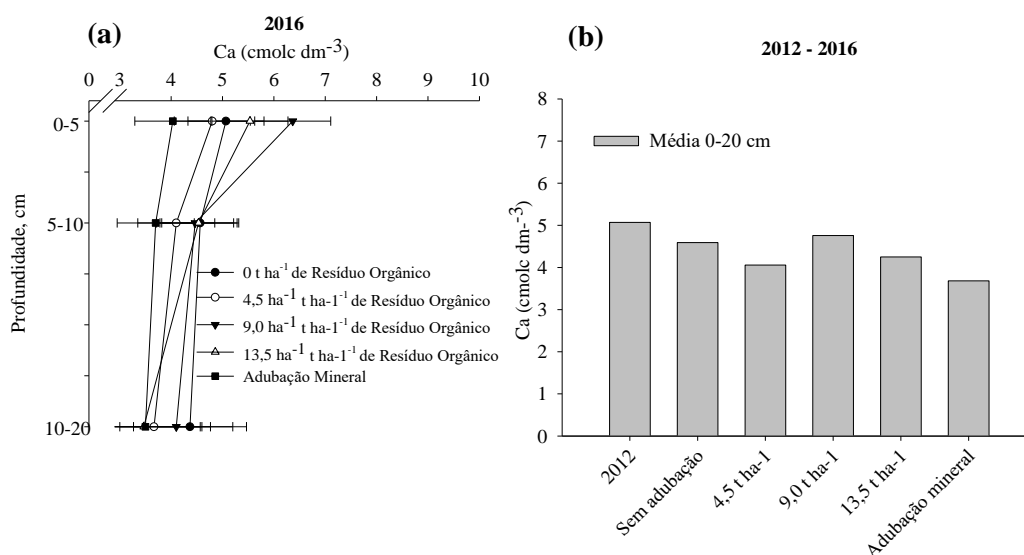
parcelas que receberam como tratamento cama de frango de corte, onde a quantidade de 9 t ha<sup>-1</sup> apresentou maiores níveis deste elemento no solo (Figura 14b). Este comportamento é explicado, principalmente nos sistemas plantio direto e cultivo mínimo, respectivamente, pelo não revolvimento e menor mobilização periódica do solo, favorecendo acúmulo de nutrientes na superfície (SOUZA & ALVES 2003).



**Figura 14** - Níveis de potássio (k) (mg dm<sup>-3</sup>) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR.

Os resultados expostos na Fig. 15a demonstram que as maiores concentrações de Ca foram obtidas em superfícies, em parcelas que receberam adubação de cama de frango de corte em comparação ao tratamento com adubação mineral. Os maiores níveis foram encontrados na quantidade de 9 t ha<sup>-1</sup>, com resultado próximo a 6,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> enquanto com a adubação mineral ficou em torno de 4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> entre 0-5 cm de profundidade, sendo que a medida que aumentamos a profundidade de coleta de solo este resultados sofrem decréscimo, com menores níveis de cálcio encontrados entre 0-20 cm. A presença de níveis mais elevados de Ca nas parcelas que receberam maior quantidade de cama de aviário de frango de corte está relacionada à aplicação de cal entre os intervalos dos lotes como forma de desinfecção, diminuindo a atividade microbiana.

Em uma análise mais ampla período entre 2012 a 2016 (Fig. 15b) observa-se que o Ca manteve-se entre  $5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  no ano de 2012, no entanto não ocorreu grandes diferenças com o ano de 2016, sendo que a aplicação de  $9 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de frango de corte foi a que apresentou maiores teores neste período.

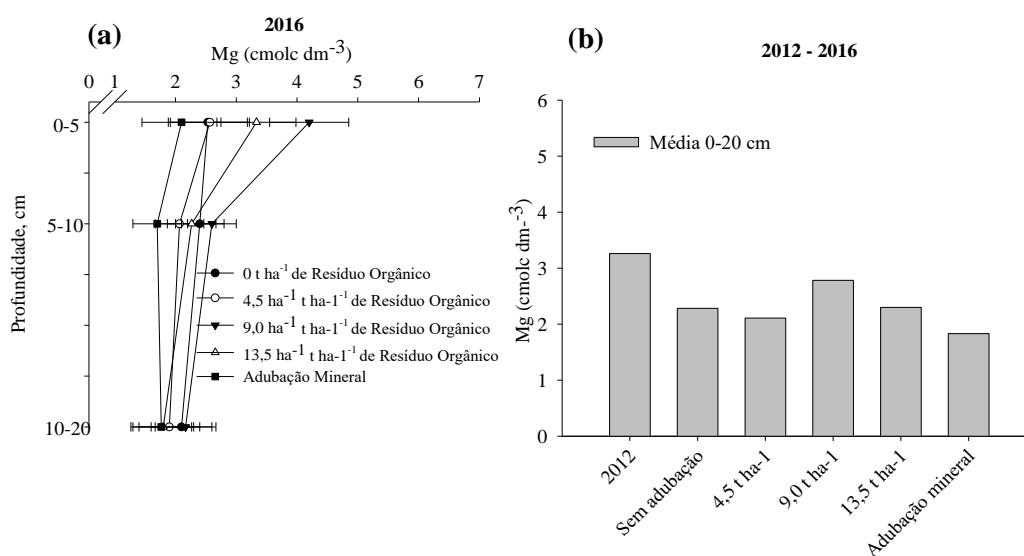


**Figura 15** – Cálcio (Ca) ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR.

Para o nutriente Mg do solo (Fig. 16a), entre os valores encontrados observou-se que a adubação de cama de frango de corte, apresentou valores significativamente superiores a  $3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , para as parcelas que receberam 9 e  $13,5 \text{ t ha}^{-1}$ , na profundidade de 0-5cm, enquanto para as parcelas que não receberam nenhum tipo de adubação ou mesmo com adubação mineral o valor foram inferiores próximos a  $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Pires et al. (2003) encontraram resultados semelhantes com acréscimos consideráveis de Mg no solo adubado com os tratamentos orgânicos, principalmente na camada superior, diferindo significativamente do tratamento com adubo mineral. Para o autor os menores teores de Mg no solo que recebeu adubação mineral podem ser atribuídos ao menor conteúdo desses nutrientes no fertilizante mineral aplicado, em

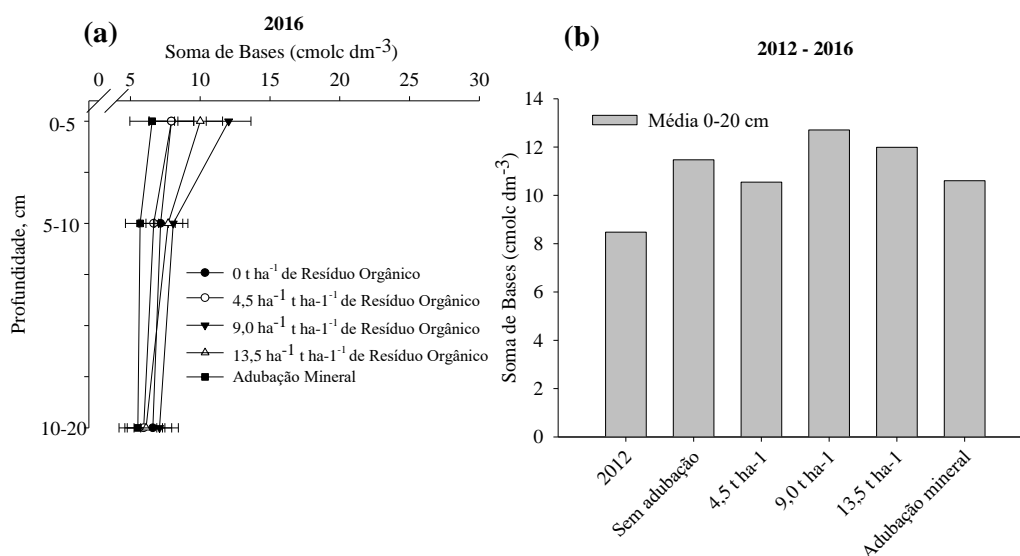
comparação com o conteúdo encontrado nos adubos orgânicos, além da pobreza natural do solo.

De maneira geral, observando (Fig. 16b) tais resultados comprovam que a aplicação de cama de frango de corte provoca aumento nos teores de Mg no solo quando aplicado acima de  $9 \text{ t ha}^{-1}$ . De acordo com Goulart a aplicação de compostos ou resíduos orgânicos no solo aumentam os teores deste nutriente no solo, entretanto, este efeito tem sido observado em trabalhos a longo prazo com aplicações contínuas.



**Figura 16** - Teor de magnésio (Mg) presente no solo ( $\text{cmolc dm}^{-3}$ ) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR.

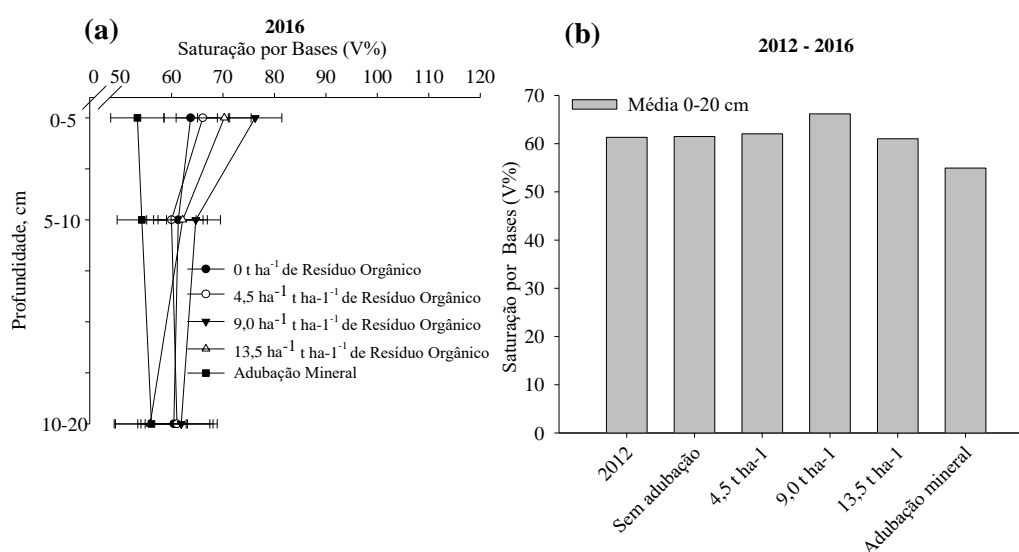
Para as características de soma de bases (SB) (Fig. 17a), constatou-se em seus valores, que o da profundidade de 0-5 cm, com aplicação de 9 e  $13,5 \text{ t ha}^{-1}$  de cama frango de corte, apresentou resultados superiores a  $10 \text{ cmolc dm}^{-3}$ , porém tais resultados não diferiram significativamente entre 10-20 cm de profundidade.



**Figura 17** - Soma de bases no solo (cmolc dm<sup>-3</sup>) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR.

Observando no período de 2012-2016, os teores mais elevados foram obtidos nos tratamentos que receberam acima de 9 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário de frango de corte. Este resultados estão diretamente ligados os teores de K, Ca e Mg encontrados no solo.

Quanto ao índice de saturação por bases (V%) na profundidade de 0-5 cm (Fig. 18a) notou-se entre os valores médios dos tratamentos, uma variação entre 65 a 80% para as parcelas que receberam adubação com cama de frango de corte, as parcelas sem nenhum tipo de adubação os teores foram próximos a 64% e para as parcelas que receberam adubação mineral os resultados ficaram próximos a 55%, evidenciando que todos os valores dos tratamentos representados pela cama de frango de corte foram superiores aos demais tratamentos. Porém, não ocorreram diferenças significativas entre as profundidades de 10-20 cm.



**Figura 18** - Saturação por Bases (V%) sob quatro aplicações de diferentes doses de cama de aviário de frango de corte (aplicadas entre julho ou agosto de cada ano entre 2012 a 2015). Barras não coincidentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. UTFPR - Dois Vizinhos, PR.

Analisando-se esses resultados, verifica-se que (Fig. 18b) a aplicação de cama de frango de corte na quantidade de 9 t ha<sup>-1</sup>, contribuiu de forma eficiente para elevar o nível deste índice na profundidade estudada, acima de 65%. De acordo com dados obtidos por Tomé Júnior (1997) e Nascimento et al. (2003) este índice fornece informações a respeito do total de cargas negativas presentes no solo e também sobre a proporção ocupada pelos cátions Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> e K<sup>+</sup>, servindo como base para a avaliação da fertilidade do solo.

## 5 CONCLUSÕES

A aplicação de doses acima de 4,5 t ha de MS de cama de frango provoca acúmulo de nutrientes no solo.

A aplicação de cama de aviário de frango de corte proporcionou rendimento semelhante e maior ao uso da adubação mineral, maior número de grãos por espiga e massa de mil grãos.

A aplicação adubação orgânica melhorou as propriedades químicas do solo, principalmente pH, fósforo e CTC.

## **6 REFERÊNCIAS**

ADAMI, P. F. **Intensidades de pastejo e níveis de cama de aviário em sistema de Integração Lavoura- Pecuária.** p. 111, 2012.

ALVARES, C. A. et al. **Mapa de classificação climática de Köppen's para o Brasil.** Meteorologische Zeitschrift, v. 22, p. 711-728, 2013.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. de M.º; SPAVOREK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, v. 22, p. 711-728, 2013.

ALVAREZ, V.H.; MELLO, J.W.V.; DIAS, L. E. **Acidez e calagem do solo.** In: Fertilidade e manejo do solo. Brasília: ABEAS, 1996.

ALVIM, M.J.; COSER, A C. **Aveia e Azevém anual: Recursos Forrageiros para a época seca.** In: **Pastagens para Gado de Leite em regiões de influência da Mata Atlântica.** Coronel Pacheco: EMBRAPA. p. 83-107, 2000.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. **Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob Sistema Plantio Direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, n.3, p. 241–248, 2002.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. **Estimativa da adubação nitrogenada para o milho em sistemas de manejo e culturas de cobertura do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 553-560, 2000.

AMADO, T. J. C.; SANTI, A.; COSTA, J. A. A. **Adubação nitrogenada na aveia preta. II- Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob Sistema Plantio Direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, n. 3, p. 1085–1096, 2003.

ARGENTA, G. et al. **Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio.** Pesq. agropec. bras. Brasília, v. 37, n. 4, p. 519-527, abr. 2002.

AZEVEDO NETO, A.D.; TABOSA, J.N. **Estresse salino em plântulas de milho: parte I análise do crescimento.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.2, p.159-164, 2000.

BALBINOT JUNIOR, A.A. et al. **Integração lavoura-pecuária:intensificação de uso de área agrícolas.** Ciência Rural, v.39, p.1925-1933, 2009.

BALLEM, A. **Inibidor de nitrificação adicionado ao solo com cama de aviário e sua influência na dinâmica do nitrogênio e do carbono.** Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Biodinâmica e Manejo do Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

BERALDO, J.A. et al. **Avaliação de cultivares e linhagens de aveia preta (Avena strigosa Schreb).** In: Reunião da sociedade brasileira de Zootecnia. Juiz de Fora: SBZ, v.2. 1997. p. 77-79. 2011.

BEVILAQUIA, G. A. P. et al. **Avaliação e seleção de genótipos de aveia de cobertura de solo para o Sul do Brasil.** Rev. Bras. de Agrociência, v.7 n. 3, p. 163-169, set-dez, 2001.

BHERING, S.B.; et al. **Mapa de solos do estado do Paraná.** Legenda atualizada. 1ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Floresta: Embrapa Solos, 2008.

BÔAS, R.L.V; PASSOS, J.C.; FERNANDES, M.; BÜLL, L.T.; CEZAR, V.R.S.; GOTO, R. **Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido.** Horticultura Brasileira, v.22, n.1, p.28-34, jan-mar 2004.

BRITO, O. R.; VENDRAME, P. R. S.; BRITO, R. M. **Alterações das propriedades químicas de um latossolo vermelho distroférico submetido a tratamentos com**



**resíduos orgânicos.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2005.

CAIRES, E. F. et al. **Alterações químicas do solo e resposta do milho á calagem e aplicação de gesso.** R. Bras. Ci. Solo, 28:125-136, 2004.

CAIRES, E. F. et al. **Calagem superficial e cobertura de aveia preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema de plantio direto.** Revista Brasileira de Ciencia do Solo, v. 30, n. 1, p. 87–98, 2006.

CARVALHO, E. R. et al. **Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agrônômicas da soja e nutrientes no solo.** Revista Ciencia Agronomica, v. 42, n. 4, p. 930–939, 2011.

CARVALHO, M. A. C. **Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro.** R. Bras. Ci. Solo, 27:445-450, 2003.

CAVALCANTE, E. G. S. et al. **Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos.** R. Bras. Ci. Solo, 31:1329-1339, 2007.

CAVALCANTE, E.S. **Comportamento de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em monocultivo e consórcio com o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes níveis de adubação.** 1988. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1988.

CECATO, U. et al. **Avaliação de cultivares e linhagens de aveia preta (*Avena strigosa*).** In: Reunião da comissão brasileira de pesquisa de aveia. Londrina: CBPA, 1998. p. 427-428.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre, 2004.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. V. 2, n.7 – Brasília: Conab, 2015.

CONUS, L. A.; CARDOSO, P. C.; VENTUROSOS, R. **Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais**. v. 31, p. 67–74, 2009.

COSTA, A. M. **Adubação nitrogenada na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. 2000. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Botucatu, 2000.

COSTA, A.M.; BORGES, E.N.; SILVA, A. de A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E.C. **Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada influencia do pela aplicação de cama de frango**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 33, p. 1991-1998, 2009.

CQFS – RS/SC. **Comissão de química e fertilidade do solo. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, 2004. 400p.

CRUSCIOL, C. A. C. et al. **Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto**. Bragantia, v. 67, n. 2, p. 481–489, 2008.

CRUZ, S. C. S. et al. **Parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho irrigado em sistema plantio direto**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, n. 14, p. 370–375, 2008.

DURIGON, R. et al. **Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, p.983-992, 2002.

DYNIA, J. F.; SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. C. **Lixiviação de nitrato em Latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.855-862, 2006.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma.** 2 ed. rev. ampl. Guaíba: Agropecuária, 1999, 157 p. EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do milho: Clima e solo.** Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/climaesolo.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/climaesolo.htm)>. Acesso em: 12 mai. 2016.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2016.

FALLEIRO, R. M. et al. **Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo.** R. Bras. Ci. Solo, 27:1097-1104, 2003.

FANCELLI, A. L. **Fisiologia, Nutrição e Adubação do Milho para alto rendimento.** Departamento de Produção Vegetal. ESALQ/USP, Caixa Postal 9, Piracicaba – SP, 2012.

FANCELLI, A. L.; NETO, D. D. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000.

FUKAYAMA, E. H. et al. **Avaliação da produção de camas reutilizadas de frangos de corte de quatro lotes.** I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais Ordenamento Territorial das Produções Animais e Políticas Públicas Relacionadas ao Gerenciamento dos Resíduos de Animais. Florianópolis – SC, 2009.

GONÇALVES, J. **Fases de desenvolvimento da cultura do milho.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABFRQAC/fases-desenvolvimento-cultura-milho>>. Acesso em: 11 mai. 2016.

GOULART, E. C.; et al. **Uso de cama de aves na adubação da cultura do milho.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 2016.

GRACIANO, J.D.; HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C.; ROSA, Y.B C.J.; SEDIYAMA, M. A.N.; RODRIGUES, E. T. **Efeito da cobertura do solo com cama-de-frango semidecomposta sobre dois clones de mandiocinha-salsa.** Acta Scientiarum. Agronomy, v. 28, n. 3, p. 367-376, 2006.

HEINRICHS, R. et al. **Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca : Relação C / N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, n. 1, p. 331–340, 2001.

KONZEN, E A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves.** V Seminário Técnico da Cultura do Milho. Videira, ago. 2003.

LEITE, L. F. C. et al. **Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre latossolo amarelo no cerrado maranhense.** Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 01, p. 29-35, 2010.

MAIA, C. E.; CANTARUTTI, R. B. **Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, n.1, p.39-44, 2004.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Milho para o Estado do Paraná, ano safra 2014/15.** Secretária de Política agrícola, Portaria N° 114, 2014. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1088663210>>. Acesso em: 11 mai. 2015.

MEEK, B.; GRAHAM, L.; DONOVAN, T. **Long-term effects of manure on soil nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, organic matter and water infiltration rate.** Soil Science Society of America Journal, Madison, v. 46, p. 1014-1019, 1982.

MENEZES, L. A. S. et al. **Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo.** Bioscience Journal, v. 25, n. 1, p. 7–12, 2009.

MEURER, E. J.; INDA JUNIOR, A. V. **Potássio e adubos potássicos.** In: **BISSANI, C. A. et al. Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas.** Porto Alegre: Genesis, 2004. p. 139-151.

MIRANDA, L.T.; VIEGAS, G.P. **Adubação do milho. Adubação orgânica e mineral na produtividade de milho 529** Acta Sci. Agron. Maringá, v. 27, n. 3, p. 521-529, July/Sept., 2005 XXIV. Resultados de um ensaio permanente com esterco, calcário e NPK mineral. Bragantia, Campinas, v. 23, p. 153-177, 1964.

MOTA, J. C. A. et al. **Atributos mineralógicos de três solos explorados com a cultura do melão na Chapada do Apodi-RN.** R. Bras. Ci. Solo, 31:445-454, 2007.

NOVAIS, R. F.; ALVARES, V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo.** 1º Ed. Viçosa – MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2007.

MOORE Jr., P.A.; DANIEL. T.C.; EDWARDS, D.R. et al. **Efeito das alterações químicas na volatilização de amônia na cama de frango de corte.** Journal of Environmental Quality, v.24, n.2, p.293-300, 1995.

NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E.; FALBO, M. K.; MORAES, A. de; NOVAKOWISKI, J. H. **Adubação com cama de aviário na produção de milho orgânico em sistema de integração lavoura-pecuária.** Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1663-1672, jul./ago. 2013.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C. de. et al. **Variabilidade espacial de atributos mineralógicos de solos da formação Guabirotuba, Curitiba (PR).** R. Bras. Ci. Solo, 35:1481-1490, 2011.

OLIVEIRA, F. L. **Manejo orgânico da cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*): adubação orgânica, adubação verde e consorciação.** Rio de Janeiro: UFRRJ. 87p. 2001.

PEREIRA, W. L. M.; VELOSO, C. A. C.; GAMA, J. R. N. F. **Propriedades químicas de um solo latossolo amarelo cultivado com pastagens na Amazônia Oriental.** *Scientia Agricola*, v.57, n.3, p.531-537, jul./set. 2000.

PIRES, A. A., et al. **Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo.** *R. Bras. Ci. Solo*, 32:1997-2005, 2008.

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

RODRIGUES, P.N.F. et al. **Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.1, p.94-99, 2009.

SANTOS, L. B. dos. et al. **Substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frango na sucessão aveia/milho.** *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 272-281, June/14.

SANTOS, R. H. S. et al. **Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface.** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, nov. 2001.

SENA, M. M. De. et al. **Avaliação do uso de métodos do uso de métodos quimiométricos em análise de solos.** *Química Nova*, 2000.

SILVA, E. C da. et al. **Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre latossolo vermelho.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2005.

SILVA, F. C. da. & RAIJ, B. V. **Disponibilidade de fósforo em solo avaliada por diferentes extratores.** *Pesq. agropec. bras.* Brasília, v.34, n.2, p.267-288, fev. 1999.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura do milho.** 2003. 92 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, J. L. De. **Cultivo orgânico de hortaliças: Sistema de produção.** Vitória: Incaper; Viçosa, MG. 2006.

SPAGNOLLO, E. **Plantas de cobertura intercalares ao milho em sistemas de cultivo mínimo e convencional.** Tese (Mestrado em Fitotecnia) Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 2000.

VALADÃO, F. C. De A. et al. **Variação nos atributos do solo em sistemas de Manejo com adição de cama de frango.** *R. Bras. Ci. Solo*, 35:2073-2082, 2011. Viçosa: CPT, 2007. 314p.

ZHANG, H.; SMOLEN, M.E. & HAMILTON, D. **Critérios de Qualidade da Cama de Aves.** v.14, nº 24. Production technology, Department of Plant and Soil Sciences. Oklahoma cooperative extension service, 2002.

