

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

**FABIO CESAR BRATTI**

**USO DA CAMA DE AVIÁRIO COMO FERTILIZANTE ORGÂNICO NA  
PRODUÇÃO DE AVEIA PRETA E MILHO**

**DISSERTAÇÃO**

**DOIS VIZINHOS  
2013**

**FABIO CESAR BRATTI**

**USO DA CAMA DE AVIÁRIO COMO FERTILIZANTE ORGÂNICO NA  
PRODUÇÃO DE AVEIA PRETA E MILHO**

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 e Pecuária.

Orientação: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tangriani Simoni Assmann

Co-orientação: Prof.<sup>a</sup> Dr. Laércio Ricardo Sartor

**DOIS VIZINHOS**

**2013**

B824u Bratti, Fabio Cesar.

Uso de cama de aviário como fertilizante orgânico na produção de aveia preta e milho / Fabio Cesar Bratti – Dois Vizinhos: [s.n], 2013.  
70f.;il.

Orientadora: Tangriani Simoni Assmann

Co-orientador: Laércio Ricardo Sartor

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de pós-graduação em Zootecnia. Dois Vizinhos, 2013.

Inclui bibliografia

1. Avicultura 2. Aveia preta 3. Milho. I.Assmann, Tangriani Simoni, orient. II.Sartor, Laércio Ricardo,co-orient. III.Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. IV.Título

CDD: 636.5



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 n° 013**

**Uso da Cama de Aviário como Fertilizante Orgânico na Produção de Aveia Preta e Milho**

por

**Fabio Cesar Bratti**

Dissertação apresentada às quinze horas do dia cinco de agosto de dois mil e treze, 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. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho. ....

Banca examinadora:

---

**Dr<sup>a</sup>. Tangriani Simioni Assmann**  
UTFPR - PB

---

**Dr. Laércio Ricardo Sartor**  
UTFPR - DV

---

**Dr. Christiano Santos Rocha Pitta**  
IFPR - PA

Visto da Coordenação:

---

**Prof. Dr. Ricardo Yuji Sado**  
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.

Agradeço a empresa BRF – S/A, pela credibilidade dispensada na autorização para realização do curso acadêmico de Mestrado. Neste agradecimento, lembro especialmente da equipe de trabalho nas demandas concomitantes.

Agradeço a minha orientadora Prof. Dr. Tangriani Simioni Assmann, pelas orientações assertivas e decisivas.

Ao Professor Dr. Laércio Ricardo Sartor, pela ajuda e orientação nos procedimentos necessários para o cumprimento correto das práticas e análises.

A minha esposa Priscila Wielewski pelo companheirismo, e por me estimular a alcançar meus objetivos.

Aos meus pais, Gercino Bratti e Terezinha Bratti, pela educação, pelos ensinamentos e pelo apoio sempre prestado nos momentos difíceis da minha vida;

A minha irmã Tatiane Bratti, pelo amor fraterno e amizade.

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

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

Muito Obrigado!

BRATTI, Fabio Cesar. **Uso da Cama Aviária como Fertilizante Orgânico na Produção de Aveia Preta e Milho**. 2013. 70 folhas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

## RESUMO

A cama aviária vem sendo estudada na produção agrícola e de pastagens, como alternativa de adubação orgânica e para correção de solos. Com este trabalho objetivou-se estimar a quantidade e o destino da produção de resíduos orgânicos a partir da cama de aviário gerada na região de Dois Vizinhos-PR, e com essa determinação estimar a quantidade de resíduos de cama de frangos de corte no Paraná, juntamente com essa avaliação foi analisado a taxa de decomposição da cama e a produção da aveia preta com diferentes doses de cama de frangos de corte, e de matrizes de frangos de corte, na sequência foi avaliado a produção do milho *Zea mays*, utilizando o efeito residual da cama. O trabalho foi realizado em duas etapas, a primeira no período compreendido entre abril e dezembro de 2012. A coleta de dados para a estimativa da quantificação de resíduos de cama, realizada com a colaboração de uma empresa multinacional produtora de aves localizada na região sudoeste do Paraná. A segunda parte que estimou a decomposição da cama de aviário bem como a produção da aveia e de milho foi realizada em área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos, no período total compreendido entre abril de 2012 a abril de 2013. Para a determinação da decomposição da cama foram realizadas 10 coletas, de sacos de tecido voal que continham amostras de 100 gramas de ambos os tipos do resíduo orgânico, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Para estimar a produção da aveia preta *Avena strigosa* cv. IAPAR 61, foram utilizadas as doses de 0; 6,5; 13 e 19,5 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango de corte e matrizes de frango de corte, sendo aplicados também tratamentos com fertilizante mineral: 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 150 ha<sup>-1</sup> de N, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições em esquema fatorial. Para a cultura do milho, cultivada após cultivo da aveia preta, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial com parcela subdividida. A maior produção de resíduo por m<sup>2</sup>/ciclo de produção da avicultura na região de Dois Vizinhos foi constatada na produção de frango de corte, seguido pela produção de matrizes e recria de matrizes, sendo 91,6667; 72,2222; 34,5622 kg m<sup>-2</sup> respectivamente. Isso pode ser atribuído a alimentação *ad libitum* dos frangos de corte. O destino de cada cama é a utilização em lavouras e venda para empresas especializadas. A produção de resíduos para o sistema de criação de frangos de corte no Paraná foi de 991.372.000,915 kg/ciclo no ciclo de um ano. Quanto a decomposição da cama a velocidade de decomposição de cama de frango de corte foi mais acelerada que a cama matrizes, sendo que com 153 dias de incubação cerca de 60% do resíduo de aviários de frango de corte se decompôs, enquanto para a outra apenas 40% nesse mesmo tempo de incubação. A produção da aveia foi maior quando usada cama de aviário de frango de corte se comparado à cama de aviário de matrizes, superando a produção de forragem obtida com adubação mineral nas doses acima de 6,5 t ha<sup>-1</sup> de cama e com máxima produção na dose de 13 t ha<sup>-1</sup> de cama. Quanto à produção de milho, foi encontrado uma maior produção de grãos com adubação de cama de aviário de frango de corte na

dosagem de 13 t.ha<sup>-1</sup>, apresentando uma média de produção de 8432,41 Kg.ha<sup>-1</sup>, enquanto que para a mesma dosagem de cama de matrizes a média foi de 8562,5 Kg.ha<sup>-1</sup>. Porém, para cama de matrizes a dosagem que apresentou maior produção de grãos foi a de 19,5 t.ha<sup>-1</sup>. Isso pode ser devido ao efeito residual da cama de aviário, que no caso da cama de frango, apresentou a taxa de decomposição mais rápida que a cama de matrizes. Portanto a adubação com 13 t.ha<sup>-1</sup> de cama aviária de frango de corte para aveia e milho seria uma interessante estratégia para controle dos resíduos, de acordo com a disponibilidade dos nutrientes e dos diferentes sistemas de produção.

**Palavras chave:** Quantificação de resíduos, Cama aviária. Sudoeste do Paraná. Aveia preta. Milho.

BRATTI, Fabio Cesar. **Poultry litter as Organic Fertilizer in Production of Corn and Oats**. 2013. 70 sheets. Dissertation (Master of Animal Science) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

## ABSTRACT

Poultry litter has been studied in agricultural and pasture, as an alternative organic fertilizer and soil correction. The amount of litter generated in poultry production in Dois Vizinhos, southwest of Paraná, was assessed and used this measurement to estimate the waste poultry litter in Paraná, along with that assessment was analyzed the production of oats *Oats strigosa* and corn *Zea mays* using the residual effect of the litter, with different doses of litter from broilers and breeders. The study was conducted in two stages, the first in the period between April and December 2012. Data collection for an estimated quantification of litter was made with the collaboration of a multinational poultry industry located in the southwest region of Paraná. The second part which estimated the decomposition of litter and the production of oats and corn was conducted in the experimental area of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Campus Dois Vizinhos), the total period between April 2012 to April 2013. For the decomposition of the litter 10 samples were taken from voile fabric bags that contained 100 g samples of both types of organic waste. The experimental design was a randomized block design with three replications, treatments composed of two types of residue obtained from poultry production. To estimate the production of oat *Avena strigosa* cv. IAPAR 61, we used doses of 0, 6.5, 13 and 19.5 t ha<sup>-1</sup> of poultry litter and breeders litter, being also applied mineral fertilizer: 100 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 100 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> and 150 N. The experimental design was a randomized block design with three replications in a factorial design. For maize, grown after oat cultivation, the experimental design was a randomized block design in a subdivided factorial. The major production of poultry litter by m<sup>2</sup>/ciclo in the region of Dois Vizinhos was found in the production of broilers, followed by the production of layers and breeders, with 91.6667, 72.2222, 34.5622 kg m<sup>-2</sup>, respectively. The decomposition rate of broiler litter was faster than the breeders, of which were 153-day incubation 60% of the residue of poultry broiler decomposed, while the other residue only 40% in the same incubation time. The production of oats was greater when used litter from broiler compared to poultry breeders, surpassing the production of forage obtained with mineral fertilizer doses above 6.5 t ha<sup>-1</sup> litter and maximum production at a dose of 13 t ha<sup>-1</sup> litter. Regarding the production of corn, found a higher grain yield with fertilization of breeders litter in the dosage of 13 t ha<sup>-1</sup>, with an average production of 8562,5 kg ha<sup>-1</sup>, while for the same dosage of broiler litter the average was 8432,41 kg ha<sup>-1</sup>. But the higher grain yield was 19,5 t ha<sup>-1</sup> with breeders litter. This may be due to the residual effect of litter, in the case of poultry litter showed the decomposition rate faster than the breeders litter. So fertilization with 13 t ha<sup>-1</sup> litter from poultry to oats and corn would be an interesting strategy for the destination of litter, according to the availability nutrients and different production systems.

**Keywords:** Litter quantification. Poultry litter. Southwest of Paraná. Oat. Corn.



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

**TABELA 1** – ATRIBUTOS QUÍMICOS DAS CAMAS DE FRANGO DE CORTE E MATRIZES DE FRANGO. ....33

**TABELA 2** – FÓRMULAS PARA O CÁLCULO DE VOLUME DE CAMA DE ENTRADA ( $M^3$ ), VOLUME DA CAMA DE REPOSIÇÃO ( $M^3$ ), PESO DA CAMA DE ENTRADA (KG), PESO DA CAMA DE REPOSIÇÃO (KG), PESO DA CAMA TOTAL DO CICLO (KG), PRODUÇÃO DE RESÍDUO ( $M^2$ ), TAXA DE ACÚMULO DE RESÍDUO ( $M^2$ ) .....36

**TABELA 3** – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS NO CICLO NOS DIFERENTES SISTEMAS.....37

**TABELA 4** – FÓRMULAS PARA CÁLCULO DE RESÍDUOS GERADOS  $KG/M^2$  NO CICLO,  $KG/M^2$  NO DIA,  $KG/M^2$  EM 1 ANO.....38

**TABELA 5** – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS POR CICLO NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NO PARANÁ .....39

**TABELA 6** – VALORES CALCULADOS DE VOLUME DE CAMA DE ENTRADA ( $M^3$ ), VOLUME DA CAMA DE REPOSIÇÃO ( $M^3$ ), PESO DA CAMA DE ENTRADA (KG), PESO DA CAMA DE REPOSIÇÃO (KG), PESO DA CAMA TOTAL DO CICLO (KG), PRODUÇÃO DE RESÍDUO ( $M^2$ ), TAXA DE ACUMULO DE RESÍDUO ( $M^2$ )...41

**TABELA 7** - QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS NO CICLO NOS DIFERENTES SISTEMAS.....42

**TABELA 8** – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS  $KG/M^2$  NO CICLO,  $KG/M^2$  NO DIA,  $KG/M^2$  EM 1 ANO. ....43

**TABELA 9** – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS POR CICLO NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NO PARANÁ .....43

**TABELA 10** – DESTINO DE RESÍDUOS NOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO NA EM EMPRESA ESPECIFICA NA REGIÃO DE DOIS VIZINHOS. ....45

### CAPÍTULO 2

**TABELA 11** – ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO ANTES DO INICIO DO EXPERIMENTO.....54

**TABELA 12** – ATRIBUTOS QUÍMICOS DAS CAMAS DE FRANGO DE CORTE E MATRIZES DE FRANGO.....55

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** – MATÉRIA SECA REMANESCENTE (MSR) DE CAMA DE AVIÁRIO DE CORTE (240 DIAS DE OCUPAÇÃO COM AVES) E DE CAMA DE AVIÁRIO DE PRODUÇÃO DE MATRIZES (322 DIAS DE OCUPAÇÃO COM AVES) .....58
- FIGURA 2** – PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE AVEIA PRETA CV. IAPAR 61 CULTIVADA SOB CRESCENTES DOSES DE CAMA DE AVIÁRIO DE FRANGO DE CORTE E DE FRANGO DE POSTURA, COMPADARA A ADUBAÇÃO MINERAL. ....60
- FIGURA 3** – PRODUÇÃO DE GRÃOS DE MILHO (KG.HA<sup>-1</sup>) COM DIFERENTES DOSES (T. HA<sup>-1</sup>) DE ADUBAÇÃO DE CAMA DE AVIÁRIO DE FRANGO DE CORTE. ....62
- FIGURA 4** – PRODUÇÃO DE GRÃOS DE MILHO (KG.HA<sup>-1</sup>) COM DIFERENTES DOSES (T. HA<sup>-1</sup>) DE ADUBAÇÃO DE CAMA DE AVIÁRIO DE MATRIZES DE FRANGOS DE CORTE. ....62
- FIGURA 5** – PRODUÇÃO DE FILEIRAS POR ESPIGA DE MILHO COM DIFERENTES DOSAGENS DE CAMA DE AVIÁRIO DE MATRIZES.....63

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL .....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 CAMA AVIÁRIA.....	14
2.2 QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA .....	15
2.3 ADUBAÇÃO ORGÂNICA.....	17
2.4 DECOMPOSIÇÃO .....	18
2.5 AVEIA PRETA <i>Avena strigosa</i> .....	19
2.6 MILHO <i>Zea mays</i> .....	20
REFERÊNCIAS.....	21
CAPÍTULO 1 .....	27
ESTIMATIVA DA QUANTIDADE E DESTINO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DE AVIÁRIOS PRODUZIDOS NO PARANÁ.....	28
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	30
MATERIAL E MÉTODOS.....	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
CONCLUSÃO .....	45
REFERÊNCIAS.....	46
CAPÍTULO 2.....	47
DECOMPOSIÇÃO DA CAMA AVIÁRIA E USO COMO FERTILIZANTE ORGÂNICO NA RODUÇÃO DE AVEIA PRETA <i>Avena strigosa cv. IAPAR 61</i> E DE MILHO <i>Zea mays cv.</i> .....	48
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	52
MATERIAL E MÉTODOS.....	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	57
CONCLUSÃO .....	64
REFERÊNCIAS.....	66

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Como nas demais atividades agropecuárias, a avicultura de corte gera uma quantidade muito grande de resíduos que, se bem manejados, poderão tornar-se não apenas uma importante fonte de renda e agregação de valor à atividade, mas também um modelo de produção sustentável que vem tornando-se cada vez mais uma exigência de mercado. Para tanto, é necessário que haja a adoção de um sistema de tratamento desses resíduos a fim de evitar possíveis contaminações do ambiente (GÜNGÖR-DEMIRCI & DEMIRER, 2004; ANGONESE et al., 2006).

A utilização de estercos e outros compostos orgânicos apresentam-se como alternativa promissora capaz de reduzir as quantidades de fertilizantes químicos a serem aplicados nas culturas agrícolas (ALMEIDA et al., 1982). O aumento da produção de resíduos avícola vem provocando impactos ambientais, pois sua taxa de geração é muito maior que sua taxa de degradação; dessa forma, é cada vez mais premente, a necessidade de reduzir, reciclar e reaproveitar os resíduos gerados na agropecuária, com o objetivo de recuperar matéria e energia (STRAUS & MENEZES, 1993).

Segundo Beneditti *et al.* 2009, a substituição do adubo químico na forma de uréia pelo uso da cama de frango pode ser utilizada em pastagens. De acordo com KIEHL (1997), o efeito da matéria orgânica sobre a produtividade pode ser direto por meio do fornecimento de nutrientes ou pelas modificações das propriedades físicas do solo, melhorando o ambiente radicular e estimulando o desenvolvimento das plantas.

Lopes (1994) destaca os seguintes benefícios relacionados à incorporação de matéria orgânica: elevação da capacidade de troca de cátions (CTC); retenção de água; redução dos efeitos fitotóxicos de agroquímicos; melhoria da estrutura do solo; e favorecimento do controle biológico pelo incremento da população microbiana antagonista. Entretanto Toebe (2007) relata que a decomposição da cama de aviário e a liberação dos seus nutrientes é mais lenta que a demanda que a planta apresenta por esses mesmos nutrientes.

A adubação com cama de aviário se mostra muito promissora dado sua alta concentração de N, P, K e Ca associada à resposta produtiva do milho e efeito residual na cultura seguinte representada pelo aumento dos índices produtivos da aveia + azevém. No entanto, existe restrições legais para o uso da cama

estabelecidas pela instrução normativa número 25 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, que limita a utilização da cama aviária para a adubação de pastagens sem que tenha obedecido um intervalo de 40 dias após a adubação para entrada dos animais ruminantes.

Na região Sul do Brasil, a pastagem de inverno mais utilizada é a mistura forrageira aveia/azevém, pela elevada produção de matéria seca e adaptabilidade ao cultivo em climas frios (FLOSS, 1995). Além da alta capacidade de resposta à adubação nitrogenada, atingindo  $10.905 \text{ kg ha}^{-1}$  com aplicação de  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (LUPATINI et al., 1998), essas espécies se complementam em função de suas diferenças de ciclo, uma vez que a aveia é de ciclo precoce e o azevém tardio, o que pode prorrogar o período de utilização desta pastagem.

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea de ciclo anual, pertence à família Poaceae, apresenta baixo ponto de compensação de  $\text{CO}_2$ , alta taxa fotossintética e baixo consumo de água para formação de matéria verde (AZEVEDO NETO, 2000).

Entre as culturas utilizadas no verão, o milho se destaca por ser um dos grãos mais produzidos no Brasil, com participação de 35% na produção brasileira de grãos, sendo o Paraná responsável por 24,6% da produção nacional de milho (CONAB, 2010). Isto ocorre devido às inúmeras aplicações que este cereal tem dentro da propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal, na forma de grãos, forragem verde ou conservada (silagem), na alimentação humana ou na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente.

Dentre os vários fatores determinantes do sucesso produtivo do milho, destaca-se a adubação nitrogenada. Neste sentido, a utilização de resíduos orgânicos de aviários, popularmente conhecidos como “cama de aviário”, apresenta-se como excelente opção, uma vez que seu uso como fertilizante agrícola além de possibilitar um destino correto a estes resíduos, promove também uma melhoria na produção vegetal e animal via introdução e aumento na disponibilidade de nutrientes no solo.

A adubação nitrogenada do milho, entre os temas sobre adubação de culturas, é um dos itens mais estudados. Inúmeras pesquisas têm sido feitas no sentido de identificar qual o melhor momento de aplicação, qual a dose recomendada, tipos de fonte, manejo da adubação nitrogenada de inverno sobre o desenvolvimento da cultura de verão (ASSMANN et al., 2003).

Aliado às intensidades de pastejo, a adubação, em especial a nitrogenada, desempenha importante papel na produtividade do sistema. De acordo com Duete (2008), o nitrogênio (N) é o elemento exigido em maior quantidade pelo milho e o que mais frequentemente limita a sua produtividade.

Experimentos reportam os efeitos do uso da cama de aviário e demonstram algumas vantagens como alta concentração de macronutrientes (ZHANG et al., 2002), aumento no carbono total e teor matéria orgânica do solo (ADELI et al., 2008; SINGH et al., 2009), maior capacidade de retenção e infiltração de água do solo (KINGERY et al., 1994), aumento do pH do solo (ZHANG, 1998), melhorias na qualidade física, química e biológica dos solos (MCGRATH et al., 2009) e incremento na produtividade de culturas como o milho, a soja, o algodão e pastagens (SISTANI et al., 2004).

O uso da cama aviária como adubação orgânica permite ao mesmo tempo uma forma correta de descarte deste resíduo e também uma forma de adubação capaz de melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo (MCGRATH et al., 2009) e também promover aumento no rendimento de culturas como a soja (ADELI et al., 2005), algodão (MITCHELL & TU, 2005), milho (SBARDELOTTO & CASSOL, 2009) e pastagens (SISTANI et al., 2004). Portugal et al. (2009) mostraram os efeitos positivos do uso de cama de aviário sobre características químicas e de fertilidade do solo, bem como sobre a produtividade de culturas.

Entretanto, poucos são os trabalhos que avaliam a adubação orgânica com cama de aviário sobre a produção do milho. Diante deste contexto, trabalhos que avaliam o efeito da cama de aviário sobre a produtividade do milho são importantes, seja pela carência de dados, seja pela grande disponibilidade deste resíduo agrícola e seu potencial de uso.

Segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo, CQFS – RS/SC (2004), a recomendação de adubação nitrogenada na cultura do milho deve ser baseada no teor de matéria orgânica do solo, na expectativa de rendimento de grãos e na cultura antecedente. Em anos nos quais as condições climáticas são favoráveis à cultura, a quantidade de N requerida via adubação para otimizar a produtividade de grãos, pode alcançar valores superiores a  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ . Estima-se que a necessidade de N para produção de uma tonelada de grãos varie entre 20 a  $28 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (CANTARELLA, 1993).

Espécies de gramíneas como centeio, por exemplo, apresentam maior eficiência como recicladoras de nutrientes, reduzindo dessa forma o potencial de lixiviação de  $\text{N-NO}_3^-$  em sistemas de produção de milho (BALL-COELHO & ROY, 1997; BRANDI-DOHRN et al., 1997).

Assim, o uso da cama de aviário em culturas anuais como milho apresenta-se como uma das melhores opções de descarte e manejo da cama (KLEPKER et al., 1989).

Entretanto, pouco se sabe sobre a decomposição e liberação de nutrientes da cama de aviário ao solo e os dados disponíveis são de outros países, o que dificulta a comparação de resultados uma vez que estes parâmetros são fortemente influenciados pelas condições edafoclimáticas, pela qualidade do substrato e por processos biológicos do solo (PAUL & CLARK, 1996). Ainda, poucos trabalhos na literatura comparam a adubação orgânica com a adubação mineral a taxas similares.

Outra questão bastante atual remete ao possível efeito residual da cama a cultura seguinte a sua aplicação possivelmente resultando em uma redução nas taxas de aplicação na cultura seguinte ao seu uso bem como melhores comparações de preços entre fertilizantes minerais e fontes orgânicas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a quantidade de resíduos de cama aviária e o destino dos mesmos na região de Dois Vizinhos-PR, com essa determinação estimar a quantidade de resíduos de cama de frangos de corte no Paraná; a taxa de decomposição da cama aviária de frango de corte e de matriz de frango de corte; a produção vegetal da aveia preta cv. IAPAR 61 com crescentes dosagens de cama aviária e na sequência a produção do milho sob o efeito residual da cama aviária.

### **1.1. OBJETIVO GERAL:**

O presente trabalho teve como objetivo quantificar os resíduos de cama aviária da região de Dois Vizinhos e do Paraná e avaliara diferentes doses de cama na produção da aveia e milho, juntamente com a velocidade de decomposição.

## 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Os objetivos deste trabalho foram:

Determinar a quantidade de resíduos de cama aviária gerados na região de Dois Vizinhos e o destino dos mesmos nos sistemas de produção de matrizes de recria, matrizes de produção e frangos de corte.

Com a determinação da quantidade de resíduos da região de Dois Vizinhos, estimar a quantidade de resíduos de cama de frangos de corte no Paraná;

Avaliar a velocidade de decomposição da cama de aviário de matrizes de produção e de frango de corte com 15, 30, 53, 73, 93, 113, 133, 153, 173 e 193 dias de incubação a campo, com três repetições por tipo de resíduo.

Avaliar a produção de forragem da aveia preta *Avena strigosa* cv. IAPAR 61 submetida às doses de 0; 6,5; 13 e 19,5 t ha<sup>-1</sup> de cama de matrizes de produção e de frango de corte, sendo aplicado também tratamento com fertilizante mineral: 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 150 ha<sup>-1</sup> de N.

Avaliar a produção do milho sob efeito residual das camas de aviário; nas doses de 0; 6,5; 13 e 19,5 t ha<sup>-1</sup> de cama de matrizes de produção e de frango de corte, aplicadas na cultura antecedente.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CAMA AVIÁRIA

Observa-se que a avicultura teve nos últimos anos altos índices de crescimento. No entanto, este rápido crescimento e intensificação da produção avícola tem criado preocupações ambientais. Nos últimos anos, ocorreu uma especialização na produção de aves de corte devido à pressões impostas pelo modelo capitalista. Muitas vezes, a reduzida margem de lucro, obriga os produtores a aumentarem a escala de produção para não serem excluídos do processo produtivo. Um destes exemplos é a tendência de substituição de aviários padrões com 16 aves m<sup>-2</sup> e dimensões de 100 m de comprimento por 12 m de largura e capacidade de alojar cerca de 20 mil aves, por aviários maiores, com 18 aves m<sup>-2</sup> e dimensões de 155 m de comprimento por 32 m de largura, capazes de alojar 90 mil aves (Avisite, 2009).



A cama aviária é definida como o produto da mistura de excrementos de aves, penas, fragmentos de material sólido e orgânico utilizados sobre os pisos dos aviários, acrescidos da ração desperdiçada dos comedouros (ALVES, 1991). É considerada uma boa fonte de nutrientes, especialmente de nitrogênio, e quando manejada adequadamente, pode suprir, parcial ou totalmente, o fertilizante químico. Além disso, seu uso adiciona matéria orgânica ao solo melhorando os atributos físicos, aumenta a capacidade de retenção de água, reduz a erosão, melhora a aeração e cria um ambiente mais adequado para o desenvolvimento da flora microbiana do solo (BLUM et al., 2003).

Menezes et al. (2003) reforçam que resíduos orgânicos, como a cama de frango, são considerados insumos de baixo custo e de alto retorno econômico para a agropecuária, além do retorno direto da atividade.

É uma das alternativas de maior receptividade pelos agricultores, por estar disponíveis nas propriedades a um baixo custo, podem viabilizar a adubação em culturas comerciais (COSTA et al., 2009), pois quando adequadamente manejados, aumentam o rendimento de grãos, a fertilidade do solo, diminuem o potencial poluidor, tornando-se um importante fator agregador de valor, já que é um recurso disponível nas propriedades (CHOUDHARY et al., 1996).

## **2.2. QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA**

A preocupação com a questão ambiental iniciou-se durante o império Romano, com a construção da “Cloaca Máxima”, sistema de evacuação de esgotos de Roma, com o intuito de atenuar o efeito negativo da civilização sobre o meio ambiente. Muitas questões, ao longo, das décadas, foram levantadas com relação ao meio ambiente, porém, a noção de desenvolvimento sempre esteve ligada à industrialização e ao crescimento econômico. A acumulação de indústrias nos países em desenvolvimento cujos resíduos de sua produção eram despejados sem nenhum tipo de tratamento iniciou uma série de catástrofes ecológicas (alterações climáticas, contaminação dos lençóis freáticos e o surgimento de doenças) que fizeram com que se iniciasse uma reflexão sobre os rumos das atividades humanas no planeta (LORA, 2000).

Tem-se observado crescimento muito rápido da avicultura de corte e, por conseguinte, um aumento das quantidades de resíduos como a cama-dos-frangos,

bem como a necessidade de reciclá-los. Esses resíduos podem ser utilizados como adubo orgânico para melhorar as propriedades físicas e químicas do solo e na produtividade de algumas culturas (HEREDIA ZÁRATE *et al.* 1996).

O uso da cama de frango na alimentação de bovinos foi uma prática zootécnica muito difundida no país, até a sua proibição em 2001 pela Instituição Normativa n° 15 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, como uma das medidas preventivas para evitar os riscos potenciais da Encefalopatia Espongiforme Bovina (MAPA, 2001). No entanto, o uso da cama de frango para adubação das pastagens é permitido, desde que respeitado o intervalo de 40 dias da aplicação até a entrada do animal.

Salminen & Rintala (2002) realizaram levantamento sobre os potenciais de geração de metano a partir dos resíduos de abatedouros e da criação de aves e ressaltaram a importância do aproveitamento desses resíduos com um potencial de: 0,05 m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>.kg na cama de frango.

Considerando-se a produção média de cama de 2,19 kg por frango de corte na matéria natural (MN), e a produção de frango de corte no Brasil em 2007 de 5,15 bilhões, estima-se que a produção de cama tenha sido aproximadamente 11,27 bilhões de kg de cama de frango (MN). À medida que a produção nacional de frangos aumenta, maiores quantidades de cama são geradas e é notória a necessidade eminente de se pensar nas possibilidades de manejo e de destino deste resíduo a fim de minimizar os impactos por ele causados (SANTOS & LUCAS JR., 2003).

Existe uma demanda de produção de cama aviária muito superior considerando a área agrícola brasileira, porém o problema está na forma concentrada de como é produzido esses resíduos, sendo alguns estados os maiores geradores e por consequência excedem as necessidades das culturas em algumas localidades, onde a disponibilidade de terras aptas para a aplicação da cama de aviário é limitada. Segundo Fernandes Filho & Queiroz (2002), unidades maiores e concentrações dos dejetos em poucas unidades de produção podem resultar em maiores riscos ambientais, como contaminação dos rios pela lixiviação de fósforo, principalmente considerando o fato de que geralmente estes aviários estão alocados em pequenas propriedades de relevo fortemente ondulado.

### 2.3. ADUBAÇÃO ORGÂNICA

O uso de resíduos orgânicos é benéfico à lavoura, já que pode aumentar a disponibilidade de fósforo para as plantas, provavelmente pela formação de complexos humofosfato mais assimiláveis e pelo revestimento dos sesquióxidos de ferro e alumínio pelo húmus, evitando a adsorção de fósforo solúvel (KIEHL, 1985). Além disso, há aumento da flora microbiana, que atua como melhoradora da estrutura dos solos, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e, em consequência, a aquisição de nutrientes como o P, de baixa mobilidade no solo (ALLISON, 1973).

A cama aviária possui compostos ricos em nitrogênio, que auxiliam no aumento da produção de algumas culturas (SCHERER, 1995; ZÁRATE et al., 1997) e na redução de fitopatógenos que sobrevivem no solo (BLUM et al., 1999). Além de nitrogênio (2,6-3,0% de N), a cama aviária possui fósforo (3,9-4,5% de P) e potássio (1,0-3,0% de K) em níveis elevados (ERNANI, 1984; GIANELLO & ERNANI, 1983; MIELE & MILAN, 1983).

Vários fatores podem afetar a composição da cama aviária, tais como tipo ou composição da ração, natureza e quantidade do material de cobertura do piso do galpão, período de permanência das aves sobre o material, número de aves por área, condições e período de estocagem (RODRIGUEZ & CAMPOS, 1979; citados por OLIVEIRA et al., 1988), temperatura ambiente e utilização de equipamentos de resfriamento, como nebulizadores e ventiladores, entre outros.

Os teores de N, P, K, Ca e Mg podem variar ligeiramente, dependendo da origem da cama de aviário (frangos de corte ou galinhas poedeiras) e do número de camadas de maravalha (GIANELLO & ERNANI, 1983; MIELE & MILAN, 1983; SCHERER, 1995). A adição ao solo de cama aviária aumenta o pH, devido ao aumento da matéria orgânica e diminui o teor de alumínio trocável, e, portanto, diminui os efeitos tóxicos deste íon para as plantas (ERNANI & GIANELLO, 1983).

A matéria orgânica contribui de modo decisivo em muitas propriedades físico-químicas do solo, como capacidade de troca de cátions, formação de complexos e quelatos com numerosos íons e retenção de umidade. As fontes mais comuns de adubo orgânico são representadas pelos adubos verdes, resíduos de culturas, esterco, compostos e outros (CALEGARI 1998). Os adubos orgânicos contêm vários nutrientes minerais, especialmente N, P, e K, e embora sua concentração seja

considerada baixa, na sua valorização, deve-se levar em conta, também, o efeito físico benéfico que exercem sobre o solo.

A escolha do resíduo vegetal a ser utilizado é função de sua disponibilidade, variando entre as regiões e com a cultura na qual se fará seu emprego (KIEH 1985).

A adubação orgânica com utilização de resíduos gerados na própria unidade rural, ou nas proximidades, é uma prática muito comum na condução de lavouras de pequenos agricultores. Segundo Bayer & Mielniczuk (1999), em solos tropicais e subtropicais altamente intemperizados, a matéria orgânica tem grande importância no fornecimento de nutrientes às culturas, retenção de cátions, complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, estabilidade da estrutura, infiltração e retenção de água, aeração e atividade microbiana, constituindo-se em componente fundamental da sua capacidade produtiva.

#### **2.4. DECOMPOSIÇÃO DA CAMA AVIÁRIA**

Para que o material orgânico adicionado ao solo possa fornecer nutrientes às plantas, é preciso que ele seja decomposto pelos microrganismos do solo, e que os nutrientes retidos em suas estruturas orgânicas sejam liberados (mineralizados). Esse processo de mineralização é influenciado por características do material orgânico e pelas condições ambientais de temperatura, umidade, aeração e acidez (CORREIA & ANDRADE, 1999).

Fatores bióticos e abióticos determinam a velocidade do processo de decomposição e definem a persistência desses resíduos na superfície do solo (ESPÍNOLA et al., 2006). A decomposição dos materiais vegetais e dos dejetos dos animais é dependente da atividade microbiana, dos microrganismos do solo e do teor de matéria orgânica e está relacionada a fatores intrínsecos ao material como a composição dos tecidos e a fatores ambientais tais como a chuva e temperatura (SWIFT et al., 1979).

A matéria orgânica dos resíduos decompostos ativa os processos microbianos fomentando, simultaneamente, a estrutura, a aeração e a capacidade de retenção de água. Atua ainda como reguladora da temperatura do solo, retarda a fixação do P mineral e fornece produtos da decomposição orgânica que favorecem o

desenvolvimento da planta (KIEHL 1985, RODRIGUES 1995, SILVA JÚNIOR & SIQUEIRA 1997).

De acordo com a CQFS (2004), a disponibilidade de N, P e K para a primeira cultura é de 50, 80 e 100% e de 20% para o N e o P na segunda cultura pós aplicação da cama de aviário. Além disto, este estudo menciona valores totais de liberação ao final da primeira e segunda cultura e não a liberação ao longo deste período de forma mais detalhada.

## **2.5. AVEIA PRETA *Avena strigosa* cv. IAPAR 61**

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) é uma gramínea que vem sendo estudada e utilizada na região sul do país, para forrageira (SALEMO & VETTERLE, 1984; FONTANELI & PIOVEZAN, 1991) e adubação verde de inverno (DERPSCH, 1984; MEDEIROS et al., 1984; DERPSCH et al., 1985; SANTOS, 1991).

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela cultura da aveia. Na planta, participa da constituição de ATP, NADPH, FAD, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (MIFLIN & LEA, 1976).

A adubação nitrogenada tem contribuído de maneira significativa para altos rendimentos dos cereais. Sabe-se, entretanto, que a resposta e a dose de N necessária para ótima produtividade variam de acordo com a espécie, cultivar, tipo de solo, condições climáticas, sistemas de cultivo, data de semeadura e momento de aplicação de N. Tais fatos foram também observados em *Avena sativa* L. (BRINKMAN & RHO, 1984; RATTUNDE & FREY, 1986).

A adubação em pastagens, principalmente a nitrogenada, está entre os fatores mais importantes a determinar a produção por área. A resposta das gramíneas forrageiras a altas doses de nitrogênio tem sido relatada por vários pesquisadores (VICENTE-CHANDLER, 1959; WERNER et al., 1967; CORSI, 1986).

Respostas até 1.800 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N foram relatadas por Vicente-Chandler (1959), ocorrendo, de modo geral, os maiores incrementos de produção na faixa de 300 a 400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N (OLSEN, 1972; WERNER et al., 1967; GOMES et al., 1987).

Segundo Calegari (2006) a aveia preta apresenta resposta positiva principalmente à adubação com N e P, com capacidade de produção de 2 a 11 t/ha de massa seca.

Vieira et al. (1998) citam que o uso de resíduos orgânicos estimula especialmente no início do ciclo da cultura, o desenvolvimento adequado da parte aérea, em termos de altura e área foliar. Vale ressaltar que além do benefício do aumento de produção da matéria seca da aveia, a disponibilidade de nitrogênio com o uso de cama aviária é de 50 % no primeiro ano, restando ainda 20% para o segundo ano e 30% para os anos seguintes, segundo Ribeiro et al. (1999).

## **2.6. MILHO *Zea mays***

O milho (*Zea mays* L.), em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no planeta (FANCELLI & DOURADO NETO, 1996).

Devido à grande exigência de nitrogênio, o milho é uma cultura altamente responsiva a esse fertilizante, apresentando incrementos em várias características que influenciam a produção final. Têm sido mostrado em trabalhos que, em geral, 70 a 90% dos experimentos com milho executados em campo no Brasil responderam à aplicação de nitrogênio (CANTARELLA & RAIJ, 1986; LANTMANN et al., 1986).

Heredia e Vieira (2003), encontraram resultados positivos quando estudaram adubação com cama de aviário em milho e inhame, esses resultados podem relacionar-se com a incorporação dos restos culturais ao solo, que repõem quase 80% da totalidade do K extraído pela cultura de milho (BAHIA FILHO et al., 1983) e, dentre os adubos orgânicos, os esterco (adubos animais) constituem-se num dos melhores métodos de fertilizar as culturas e manter a produtividade porque a matéria orgânica do solo (FORNASIERI FILHO, 1992) libera parte do N, nutriente que, via de regra, proporciona os maiores acréscimos de produção de grãos na cultura de milho.

## REFERÊNCIAS

- ADELI, A.; SISTANI, K.R.; ROWE, D.E.; et al. Effects of Broiler Litter on Soybean Production and Soil Nitrogen and Phosphorus Concentrations. **Agronomy Journal**, v.97, p.314-321, 2005.
- ADELI, A.; SHANKLE, M.W.; TEWOLDE, H.; et al. Nutrient Dynamics from Broiler Litter Applied to No-Till Cotton in an Upland Soil. **Agronomy Journal**, v.100, p.564-570, 2008.
- ALLISON, F.E. **Soil organic matter and its role in crop production**. Amsterdam: Elsevier Scientific. 637p. 1973.
- ALVIM, M.J.; TAKAO, L.C.; YAMAGUCHI, L.C.T.; et al. Efeito da aplicação de nitrogênio em pastagens de azevém sobre a produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, p.21-31, 1989.
- ANDREOLA F; COSTA LM; OLSZEWSKI N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.857-865, 2000.
- ANGONESE, A.R.; CAMPOS, A.T.; ZACARKIM, C.E.; ET al. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.745-750, 2006.
- ANUALPEC. **Anuário estatístico da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria ecComércio, 392 p., 2007.
- ASANO, J. Effect of organic manures on quality of vegetables. Japan **Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.18, n.1, p. 31-36, 1984.
- ASSMANN, T.S.; RONZELLI, P.J.; MORAES, A.; ASSMANN, A.L.; et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.675-683, 2003.
- AVISITE. Aviários Gigantes. **Produção Animal na Avicultura**, n.27, 2009.
- BALL-COELHO, B.R. & ROY, C.R. Overseeding rye into corn reduces NO<sub>3</sub>-leaching and increases yields. **Can. Journal Soil Science**, v.77, p.443-451, 1997.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, p.9-26, 1999.

- BLUM LEB; AMARANTE CVT; GÜTTLER G; ET al. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 627-631, 2003.
- BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; et al. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007.
- BRANDI-DOHRN, F.M.; DICK, P.R.; HESS, M.; KAUFFMAN, M.S.; et al. Nitrate leaching under a cereal rye cover crop. **Journal Environ. Quality**, v.26, p.181-188, 1997.
- BRINKMAN, M.A. & RHO, Y.D. Response of three oat cultivars to N fertilizer. **Crop Science**, Madison, v.24, p.973-977, 1984.
- CALEGARI, A. Espécies para cobertura do solo. In **Instituto Agrônomo do Paraná. Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. p.65- 94, 1998.
- CALEGARI, A. Plantas de cobertura. In: **Sistema de Plantio Direto com qualidade**. Ed.: Casão Jr., Iapar. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional. 212 p. 2006.
- CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Informações Agronômicas, Piracicaba, p.147-198, 1993.
- CHOUDHARY, M.; BAILEY, L. D.; GRANT, C. A. Review of the use of swine manure in crop production: effects on yield and composition and on soil and water quality. **Waste Management and Reserch**, London. v.14, p.581-595, 1996.
- CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, p.197-225, 1999.
- CORSI, M. Pastagem de alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.499-512, 1986.
- COSTA, A. M. da et al. Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência agrotecnológica**. v.33, p.1991-1998, 2009.
- CQFS. **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. 394p.
- DA ROS, A. O.; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n. 1, p.135-140, 1996.
- DERPSCH, R. Alguns resultados sobre a adubação verde no Paraná. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**, Campinas, p.268- 279, 1984.
- DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.Z. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.7, p.761-73. 1985.



DUETE, R.R.C.; MURAOKA, T.; SILVA, E.C.; et al. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio pelo milho em latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.161-171, 2008.

ERNANI, P.R. Necessidade da adição de nitrogênio para o milho em solo fertilizado com esterco de suínos, cama de aves e adubos minerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, n.3, p.313-317, 1984.

FILSER J. The effect of green manure on the distribution of collembola in a permanent row crop. **Biology and Fertility of Soils**, v.19, p.303-308, 1995.

FIORENTIN, L. **Implicações da reutilização da cama de aviário para a saúde pública e animal**. IV Seminário Internacional de Aves e Suínos - Avesui, 2005.

FLOSS, E.L. Manejo forrageiro da aveia (*Avena sp.*) e do azevém (*Lolium sp.*). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, Piracicaba, 1988. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, p.191-228, 1995.

FONTANELI, R.S. & PIOVEZAN, A.J. Efeitos de cortes no rendimento de forragem e grãos de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.691-697, 1991.

GIANELLO, C.; ERNANI, P.R. Rendimento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frangos, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.3, p.285-290, 1983.

GÜNGÖR-DEMIRCI, G.; DEMIRER, G. N. Effect of initial COD concentration, nutrient addition, temperature and microbial acclimation on anaerobic treatability of broiler and cattle manure. **Bioresource Technology**, Oxford, v.93, n.2, p.109-117, 2004.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; ARAÚJO, C. **Produção de couve comum tipo manteiga utilizando cama de aviário semi-decomposta em cobertura e incorporada**. SOBInforma, Dourados-MS, v.15, n.1, p.20-22, 1996.

HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C. Produção do milho doce cv. Superdoce em sucessão ao plantio de diferentes cultivares de inhame e adição de cama-de-frango. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.05-09, 2003.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Agronômica Ceres, São Paulo, 1985, 492 p.

KINGERY, W.L.; WOOD, C.W.; DELANEY, D.P.; et al. Impact of long-term land application of broiler litter on environmentally related soil properties. **Journal Environ Quality**, v.23, p.139-147, 1994.

KLEPKER, D.; CERETTA, C.A.; BAYER, C. Efeito da cama de aviário, nitrogênio em cobertura e calagem sobre o rendimento de grãos de milho (*Zea mays* L.). **Revista Centro de ciências rurais**. v.19, n.3, p.203-210, 1989.

KOTHE, D.M.; BLUM, L.E.B.; SIMMLER, A.O.; et al. Efeito da cama de aviário nos nutrientes e no pH do solo. In: IV JORNADA ACADÊMICA E IX SEMINÁRIO - RIO CATARINENSE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Florianópolis, 1999. **Anais...** Florianópolis, UDESC, p. 79, 1999.

LORA, E. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Brasília: ANEEL, p 34, 2000.

LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; CERETTA, M.; et al. Avaliação da mistura de aveia-preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. I - Produção e qualidade de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.1939-1943, 1998.

McGRATH, S.; MAGUIRE, R.O.; TACY, B.F.; et al. Improving soil nutrition with poultry litter application in low input forage systems. **Agronomy Journal**. v.102, p.48-54, 2009.

MEDEIROS, R.B.; DHEIN, R.A.; VIAU, L.V.M.; et al. Pesquisas em adubação verde e conservação do solo no Centro de Treinamento da Cotrijuí. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**, Campinas, p.292-309, 1984.

MELLO, S.C.; VITTI, G.C. Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas características químicas do solo em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.3, p.452-458, 2002.

MENEZES, et al. In: Aproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de grãos em sistema de plantio direto e avaliação do impacto ambiental. **Revista Plantio Direto**, p.30–35, 2003.

MIELE, A.; MILAN, P.A. Composição mineral de cama de aviário de frangos de corte e sua utilização na adubação de vinhedos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.7, p.729-733, 1983.

MIFLIN, B.J.; LEA, P.J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. **Phytochemistry**, New York, v.15, p.873-885, 1976.

MITCHELL, C.C.; TU, S. Long-Term Evaluation of Poultry Litter as a Source of Nitrogen for Cotton and Corn. **Agronomy Journal**. v.97, p.399-407, 2005.

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1079-1087, 2002.

OLIVO, C.J. **Efeito de forrageiras anuais de estação quente e estação fria sobre a produção de leite**. 1982. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, 1982.

ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; AMORIM, A.C.; LUCAS JÚNIOR, J. Perda de nitrogênio e redução de carbono orgânico durante o processo de compostagem dos resíduos gerados na avicultura de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM 1.

ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J. Compostagem da fração sólida da água residuária de suinocultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.483-491, 2009.

PAUL, E.A. & CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**. Academic Press, California, 1996, 340p.

PERDOMO, C.C. Controle do ambiente e produtividade de frangos de corte: a produção animal na visão dos brasileiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v.28, Piracicaba. **Anais...** p.91-110, 2001.

PREUSCH, P.L.; ADLER, P.R.; SIKORA, L.J.; TWORKOSKI, T.J. Nitrogen and phosphorus availability in composted and uncomposted poultry litter. **Journal of Environmental Quality**, v.31, p.2051-2057, 2002.

RATTUNDE, H.F. & FREY, K.J. Nitrogen harvest index in oats: its repeatability and association with adaptation. **Crop Science**, Madison, v.26, n.3, p.606-610, 1986.

REEVES, D. W. Cover crops and rotations. In: HATFIELD, J. L.; STEWART, B. A. (Ed.). Crop residues management. F. Lewis : J. Wiley, 1994. p. 125-172. (Advances in Soil Science).

RIBEIRO, A. C; GUIMARÃES, P. T. G; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 5ª aproximação. Viçosa: 1999. 359p.

RODRIGUES, E. T. **Efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (*Lactuca sativa L.*)**. 1990. 60 p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa - MG, 1990.

RODRIGUES, E. T. **Seleção de cultivares de alface (*Lactuca sativa L.*) para cultivo com composto orgânico**. 1995. 164 p. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 1995.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.355-362, 2003.

SALERNO, A.R. & VETTERLE, C.P. **Avaliação de forrageiras de inverno no Baixo Vale do Itajaí**, EMPASC, Florianópolis - SC, 2p, 1984.

SALMINEN, E.; RINTALA, J. Anaerobic digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste a review. **Bioresource Technology**, Oxford, v.83, n.1, p.13-26, 2002.

SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.27, n.6, 2003.

SANTOS, H.P. Efeitos de sistemas de cultivo sobre rendimentos de grãos e outras características agrônômicas da aveia preta e da branca em rotação com trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5 p.709-14, 1991.

SANTOS, T. M. B.; LUCAS JUNIOR, J. **Utilização de resíduos da avicultura de corte para a produção de energia**. In: ZOOTEC, 2003; **Anais...CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA**, Uberaba, 2003. p. 131-141.

SBARDELOTTO, G.A & CASSOL, L.C. Desempenho da cultura do milho submetida a níveis crescentes de cama de aviário. **Synergismus scyentifica**, v.4, n.1. 2009

SCHERER, E.E. Avaliação do esterco de aves e da uréia como fontes de nitrogênio para a cultura do milho. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 8, n. 4, p. 15-18, 1995.

SEIFERT, N. Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental., **Anais...** Simpósio sobre resíduos da produção avícola. Concórdia – SC, p.1-5, 2000.

SILVA JÚNIOR, J. P. da; SIQUEIRA J. O. Aplicação de formononetina sintética ao solo como estimulante da formação de micorriza no milho e na soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.9, n.1, p.35-41, 1997.

SINGH, Y.; GUPTA, R.K.; THIND, H.S.; et al. Poultry litter as a nitrogen and phosphorus source for the rice–wheat cropping system. **Biology Fertilidad Soils**, v.45, p.701-710, 2009.

SISTANI, K.R.; BRINK, G.E.; ADELI, A.; et al. Year-Round Soil Nutrient Dynamics from Broiler Litter Application to Three Bermudagrass Cultivars. **Agronomy Journal**, v.96, p.525-530, 2004.

SIVAKUMAR, K.; RAMESH, S.K.V.; RICHARD, J.P.N.; et al. Seasonal variations in composting process of dead poultry birds. **Bioresource Technology**, Oxford, v.99, n.2, p.3.708-3.713, 2008.

VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; FIGARELLA, J. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three tropical grasses. **Agronomy Journal**, v.51, n.4, p.202-206, 1959.

VIEIRA, M. C. **Avaliação do crescimento e da produção de clones e efeito de resíduo orgânico e de fósforo em mandiocinha-salsa no Estado de Mato Grosso do Sul**. 1995. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

WERNER, J.C.; PEDREIRA, J.V.S; CAIELE, E.L. Estudo de parcelamento e níveis de adubação nitrogenada com capim pangola (*Digitaria decumbens* Stent). **Boletim da Indústria Animal**, v.24, p.147-151, 1967.

ZHANG, H. Animal Manure Can Raise Soil pH. Production technology, **Department of Plant and Soil Sciences**. v.10. n.7, 1998.

## **CAPÍTULO 1**

### **ESTIMATIVA DA QUANTIDADE E DESTINO DA CAMA AVIÁRIA PRODUZIDA NO PARANÁ**

O Capítulo foi elaborado conforme as normas para publicação da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## ESTIMATIVA DA QUANTIDADE E DESTINO DA CAMA AVIÁRIA PRODUZIDA NO PARANÁ

Fabio Cesar Bratti

Laboratório de Inovações Avícolas, Departamento de Zootecnia, Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

### RESUMO

A cama aviária é gerada a partir da produção intensiva de matrizes de frangos e frangos de corte. Os seus resíduos podem trazer alguns transtornos ao ambiente, além de impactos econômicos no tratamento e no transporte. A cama de aviários vem sendo estudada de forma mais específica na produção agrícola e de pastagens como alternativa de adubação orgânica e para correção de solos. Além disso, pretende-se encontrar uma solução para o correto destino dos dejetos resultantes da produção avícola intensiva. Com este trabalho objetivou-se estimar a quantidade e o destino de produção de resíduos orgânicos a partir da cama de aviário gerada na região de Dois Vizinhos-PR, e com essa determinação estimar a quantidade de resíduos de cama de frangos de corte no Paraná. Os resíduos de cama aviária sob produção de matrizes de frangos foram estimados a partir da avaliação de dois grupos distintos para matrizes: 90 aviários de matrizes de recria no período de 154 dias de ocupação das aves e 50 dias de vazio sanitário; 208 aviários de matrizes de produção com 322 dias de ocupação das aves e 50 dias de vazio sanitário, e um grupo de 910 aviários de produção de frangos de corte com 240 dias de ocupação das aves, sendo dividido em períodos de oito lotes com 30 dias cada, sendo 15 dias de intervalo entre lotes, totalizando um período de 120 dias de vazio sanitário. A quantidade de resíduos produzida com a criação de frangos de corte foi maior que a de recria e produção de matrizes, sendo  $103.864.478,4 \text{ kg.ciclo}^{-1}$ ,  $27.040.025,37 \text{ kg.ciclo}^{-1}$  e  $5.399.998,13 \text{ kg.ciclo}^{-1}$ , respectivamente. Justifica-se uma maior produção de resíduos no sistema de frangos de corte, devido os animais possuírem alimentação à vontade (*ad libitum*), possibilitando um maior potencial de excretas e desperdício de ração. O destino de cada cama é a utilização em lavouras e venda para empresas especializadas. A produção de resíduos para o sistema de criação de frangos de corte no Paraná foi de 991.372.000,915 kg no ciclo de um ano.

**Palavras-chave:** cama de frango. fertilizante orgânico. resíduos.

## ESTIMATED QUANTITY AND DESTINATION OF POULTRY LITTER PRODUCED IN PARANÁ

Fabio Cesar Bratti

Laboratório de Inovações Avícolas, Departamento de Zootecnia, Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

### ABSTRACT

The poultry litter is generated from the intensive breeder and broiler production. Your discarded may bring some inconvenience to the environment, and economic impacts on treatment and transport. Poultry litter has been studied more specifically in agricultural production and grazing as an alternative organic fertilizer and soil correction. In addition, we intend to find a solution to the correct destination of the litter resulting from intensive poultry production. This study aimed to estimate the amount of litter production in the State of Paraná. Litter in broiler breeder production were estimated based on the evaluation of two distinct plots: 90 poultry of breeder rearing in the period of 154 days of occupation and 50 days of sanitary break and 208 poultry of breeder laying in 322 days occupation and 50 days of sanitary break, and a group 910 poultry of production of broilers with 240 days of occupation, being divided into periods of 8 lots with 30 days each and 15 days interval between flocks, totaling 120 days of fallowing. The amount of litter produced by the creation of broilers was higher than that of growing and breeder production, being 103864478,4 kg.cycle<sup>-1</sup> 27.040.025,37 kg.cycle<sup>-1</sup> and 5.399.998,13 kg.cycle<sup>-1</sup> , respectively. A greater production of litter in the broilers is justified because the animals have ad libitum feeding (ad libitum), allowing a greater potential for excreta and feed wastage. The litter destination is the use in farming and selling to specialized companies. The poultry litter production in Paraná was 991372000.915 kg in on year.

**Keywords:** poultry litter. organic fertilizer. waste.

## DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A cama aviária é definida como o produto da mistura de excrementos de aves, penas, fragmentos de material sólido e orgânico utilizados sobre os pisos dos aviários, acrescidos da ração desperdiçada dos comedouros (ALVES, 1991). O uso da cama de frango na alimentação de bovinos foi uma prática zootécnica muito difundida no país, até a sua proibição em 2001 pela Instituição Normativa n° 15 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, como uma das medidas preventivas para evitar os riscos potenciais da Encefalopatia Espongiforme Bovina (MAPA, 2001). No entanto, o uso da cama de frango para adubação das pastagens é permitido, desde que respeitado o intervalo de 40 dias da aplicação até a entrada do animal.

As questões ligadas à preservação ambiental até pouco tempo não eram levadas em consideração pelos produtores, porém hoje estas questões devem fazer parte do dia-a-dia dentro de uma cadeia produtiva. Uma preocupação é o aumento da produção de resíduos, oriundos da produção de animais e seus impactos ambientais, pois sua taxa de geração é muito maior que sua taxa de degradação. Dessa forma, é cada vez mais premente a necessidade de reduzir, reciclar e reaproveitar os resíduos gerados na agropecuária, com o objetivo de recuperar matéria e energia (STRAUS & MENEZES, 1993).

A utilização da cama de aviário como fertilizante é o método mais comum e geralmente a forma mais desejável de utilização destes resíduos, pois fornece nutrientes benéficos ao solo e proporciona aumento do teor de matéria orgânica (KINGERY et al., 1993). No entanto, a larga expansão da avicultura com aumento no número e no tamanho dos produtores tem levantado alguns questionamentos sobre a capacidade do solo de assimilar os nutrientes presentes na cama, especialmente em situações de reaplicação, o que pode levar a excessos de nutrientes e criar um potencial de contaminação ambiental, se estes resíduos não forem devidamente geridos.

Para uma correta adubação com utilização da cama aviária é necessário considerar a exigência da cultura, bem como velocidade de decomposição e liberação de nutrientes da cama. Outro cuidado indispensável é que com os valores da concentração de nutrientes da cama, pois a maior parte dos nutrientes faz parte



de compostos orgânicos e precisam ser mineralizados para se tornarem disponíveis para as plantas.

Observa-se que a avicultura teve nos últimos anos altos índices de crescimento. No entanto, este rápido crescimento e intensificação da produção avícola tem criado preocupações ambientais. Nos últimos anos, ocorreu uma especialização na produção de aves de corte devido à pressões impostas pelo modelo capitalista. Muitas vezes, a reduzida margem de lucro, obriga os produtores a aumentarem a escala de produção para não serem excluídos do processo produtivo. Um destes exemplos é a tendência de substituição de aviários padrões com dimensões de 100 m de comprimento por 12 m de largura e capacidade de alojar cerca de 20 mil aves, por aviários maiores, com dimensões de 155 m de comprimento por 32 m de largura, capazes de alojar 90 mil aves (AVISITE, 2009).

Existe uma demanda de produção de cama aviária muito superior considerando a área agrícola brasileira, porém o problema está na forma concentrada de como é produzido esses resíduos, sendo alguns estados os maiores geradores e por consequência excedem as necessidades das culturas em algumas localidades, onde a disponibilidade de terras aptas para a aplicação da cama de aviário é limitada. Segundo Fernandes Filho & Queiroz (2002), unidades maiores e concentrações dos dejetos em poucas unidades de produção podem resultar em maiores riscos ambientais, principalmente considerando o fato de que geralmente estes aviários estão alocados em pequenas propriedades de relevo fortemente ondulado.

O sistema intensivo de produção aviária está cada dia mais eficaz, associado melhorias da genética, nutrição, sanidade e manejo os frangos são produzidos em grande escala em pequeno espaço de tempo, com o objetivo de suprir a crescente demanda de alimentos. Porém a medida que a produção desse sistema cresce, seu potencial gerador de resíduos também avança, sendo necessária medidas para sua correta destinação.

O número de frangos abatidos no Estado do Paraná totalizou 1,4 bilhão de cabeças ou 3,08 milhões de toneladas em 2012. A quantidade foi 0,85% maior do que o abate de 1,3 bilhão de aves ou 3,06 milhões de toneladas em 2011 (Sindiavipar). Segundo o sindicato, o noroeste do Estado foi responsável por (43,29%) da produção, seguido pelo sudoeste (21,26%), sudeste (9,29%) e nordeste

(26,16%). No total de abates de frango com inspeção federal no país, o Paraná ficou em primeiro lugar entre os Estados, com participação de 29,7%.

A região Sudoeste do Paraná destaca-se por pelo seu alto potencial de produção avícola, em especial região de Dois Vizinhos, sendo a maior produtora de frango de corte do Brasil, com a quantidade média de abate de 550 mil aves dia, tendo cerca de 910 aviários de frangos de corte, 208 aviários de matrizes de produção e 90 aviários de matrizes de recria, sendo por consequência uma grande geradora de resíduos oriundos dessa produção que podem ser utilizados nas mais variadas formas dentro dessa cadeia produtiva.

Assim, o objetivo desse trabalho foi à determinação da quantidade de resíduos de cama aviária de matrizes de recria, matrizes de produção e frangos de corte por ciclo e o destino dos mesmos na região de Dois Vizinhos e por meio desta determinação estimar a produção de resíduos de frangos de corte no Paraná.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado no período compreendido entre abril e dezembro de 2012. A coleta de dados foi realizada com a colaboração de uma empresa multinacional produtora de aves localizada na região sudoeste do Paraná.

Devido ao processo de produção avícola na região ser de grande escala e os aviários terem distância diferentes da unidade abatedora da empresa, existe uma dificuldade para levantamento de dados exatos quanto ao peso de resíduos finais.

Considerando-se os sistemas de criação de aves propostos pela integradora vigente em Dois Vizinhos, o presente trabalho demonstra a produção de resíduos das categorias utilizadas atualmente, sendo elas matrizes de recria, matrizes de produção e frangos de corte.

No sistema de matrizes de recria (RM) as aves permanecem no período inicial de criação, que compreende um ciclo total de 204 dias, sendo 154 dias de ocupação das aves sobre a cama, 15 dias para fermentação da cama dentro do aviário e 35 dias de limpeza do aviário e equipamentos.

No sistema de matrizes de produção (PM) as aves são alojadas após o sistema de matrizes de recria, sendo esse o período de produção de ovos, compreendendo um ciclo total de 372 dias, sendo 322 dias de ocupação das aves sobre a cama, 15

dias para a fermentação da cama dentro do aviário e 35 dias de limpeza do aviário e equipamentos.

O sistema de produção de frangos de corte (FC) compreende um ciclo total de 360 dias, sendo oito lotes de 30 dias cada, com aves desde sua fase inicial até sua fase final, totalizando 240 dias de ocupação das aves sobre a cama e 15 dias de fermentação da cama dentro do aviário entre lotes.

Todos os sistemas de produção apresentam um período de fermentação da cama, seja ele, no final do ciclo ou entre lotes de produção. Essa fermentação tem como objetivo a elevação da temperatura, para possibilitar a morte de larvas de insetos, de cascudinhos (*Alphitobius diaperinus*) e redução de microorganismos. Possibilita uma melhoria na sua atividade física, tornando-a mais macia e com maior poder de absorção de água. Para uma boa fermentação é necessário que a cama tenha umidade e estar bem varrida e amontoada no interior do aviário, logo após o carregamento das aves, evitando-se a saída de cascudinhos, bem com ser coberta com lona plástica impermeável, vedando toda a superfície para atingir o máximo de calor em menor tempo.

Para a caracterização dos resíduos foi analisado amostras coletadas pós-fermentação no final de cada ciclo, referente aos dois sistemas de maior produção, sendo eles matrizes de produção e frangos de corte.

**Tabela 1:** Atributos químicos das camas de frango de corte e matrizes de frango.

	<b>N</b>	<b>Ca</b>	<b>P</b>	<b>Mg</b>	<b>K</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>
Tipos cama	g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>			
Frango	26,8	36,0	14,1	13,3	14,3	128,18	270,18	789,14	732,88
Matriz	20,0	84,4	17,4	12,3	23,5	80,84	1850,3	688,12	581,84

De acordo com o sistema estudado foi proposto a seguinte metodologia constante na Tabela 2. Sendo que a variável espessura da cama de aviário (EC) é a espessura de entrada da cama de maravalha utilizada com padrão nessa integradora, para os sistemas de recria de matrizes e produção de matrizes é de 0,07 m<sup>3</sup> e para a produção de frangos de corte é de 0,06 m<sup>3</sup>.

O tamanho médio de aviário (AA) é variável conforme o sistema de criação obtido por meio do levantamento da área de matrizes de recria total com 156.240 m<sup>2</sup>,

e um número de 90 aviários, foi possível obter uma metragem média de 1.736 m<sup>2</sup>. Já para a área de produção de matrizes total com 374.400 m<sup>2</sup>, e um número de 208 aviários, foi possível obter uma metragem média de 1.800 m<sup>2</sup>. Considerando a integração total de 1.092.000 m<sup>2</sup> para frangos de corte, com um número de 910 aviários, foi possível obter uma metragem média de 1200 m<sup>2</sup>.

Para o cálculo do volume de cama de entrada (VE) para os diferentes sistemas de produção, foram necessários os dados de espessura de cama de entrada (m<sup>3</sup>) e a metragem média dos aviários (m<sup>2</sup>).

Ao longo dos lotes de produção nos diferentes sistemas é necessária a reposição de cama aviária, ou seja, adicionar mais cama aviária com o objetivo de manter as características ideais de umidade, temperatura, menor compactação e consequentemente melhorar conforto das aves e seu desempenho.

Para o sistema de matrizes de recria não é realizado a reposição da cama, devido ser um período curto de produção e apresentar as aves em sua fase inicial, com menor potencial de excretas e compactação de cama. Já para o sistema de produção de matrizes o complemento de cama é realizado de acordo suas características físicas de compactação e presença de umidade ao logo do lote, tendo um volume de reposição (VR) que representa 100% do volume de cama de entrada. Por meio de complemento de cama a cada lote de produção de frango de corte é resposto 20% do volume de cama de entrada.

A maravalha é um material constituído por partículas de madeira produzidas pelo beneficiamento e plainagem de tábuas de pinus em madeiras, com peso específico médio de 85 kg/m<sup>3</sup> em 23% de umidade e granulometria média de 2,40 mm.

Para o cálculo dos pesos das camas de entrada (PCE), de reposição (PCR) e total (PCT) foi necessário os dados de volume de cama de entrada (m<sup>3</sup>) e peso específico da cama *in natura* (kg); os dados de volume de cama de reposição (m<sup>3</sup>) e peso específico da cama *in natura* (kg); e os dados de peso da cama de entrada (kg) e peso da cama de reposição (kg), respectivamente.

A pesagem amostral nos diferentes sistemas ao final de um ciclo foi realizada por meio do acompanhamento de retirada dos resíduos aviários pela empresa coletora responsável pelo tratamento dos mesmos, possibilitando obter o peso médio de resíduo aviário de: 60.000 kg de resíduo para matrizes de recria; 130.000

kg de resíduo para matrizes de produção; 110.000 kg de resíduo para frangos de corte.

Por meio dos dados obtidos de quantidade de resíduos final (kg) por sistema de criação e metragem média dos aviários ( $m^2$ ) foi possível obter a produção de resíduos ( $m^2$ ) para cada sistema (RPM).

Para o cálculo da taxa de acúmulo (TA) foi necessário o peso final dos resíduos da cama dividido pelo peso da cama total adicionada ao ciclo. Neste estudo foi possível obter um fator de acúmulo de resíduos ao final de cada ciclo para essas condições, sendo que através da multiplicação do peso da cama in natura (PCT) pela taxa de acúmulo (TA) obtém-se uma estimativa de resíduos finais.

A tabela 2 demonstra as fórmulas para o cálculo de diferentes volumes e pesos das camas de aviário, produção de resíduo ( $m^2$ ) e taxa de acúmulo de resíduos ao longo dos diferentes sistemas de produção.

**Tabela 2.** Fórmulas para o cálculo de volume de cama de entrada ( $m^3$ ), volume da cama de reposição ( $m^3$ ), peso da cama de entrada (kg), peso da cama de reposição (kg), peso da cama total do ciclo (kg), produção de resíduo ( $m^2$ ), taxa de acúmulo de resíduo ( $m^2$ ).

Sistema de Produção	Espessura da cama $m^3$ (EC)*	Área Média de Aviário $m^2$ ( $AA_x$ )*	Volume de cama de entrada $m^3$ (VE)*	Volume de cama de reposição $m^3$ (VR)*	Peso da cama entrada kg (PCE)*	Peso da cama reposição kg (PCR)*	Peso da cama total ciclo kg (PCT)*	Peso final da cama kg (PF)*	Produção de resíduo por $m^2$ (RPM)*	Fator de acúmulo estimado (FA)*
<b>Matriz de recria</b>	0,07	1.736	$EC_R \times AA_{RX}$	X	$VE_R \times PE$	$CR_R \times PE$	$PCE_R + PCR_R$	60.000	$PF_R / AA_{RX}$	$PF_R / PCT_R$
<b>Matriz de Produção</b>	0,07	1800	$EC_P \times AA_{PX}$	126	$VE_P \times PE$	$CR_P \times PE$	$PCE_P + PCR_P$	130.000	$PF_P / AA_{PX}$	$PF_P / PCT_P$
<b>Frangos de corte</b>	0,06	1200	$EC_R \times AA_{RX}$	120	$VE_R \times PE$	$CR_R \times PE$	$PCE_F + PCR_F$	120.000	$PF_F / AA_{FX}$	$PF_F / PCT_F$

**Legenda:** \*(EC) = espessura de cama nos diferentes sistemas \*( $AA_x$ ) = área de aviário médio nos diferentes sistemas \*(VE) = volume de cama de entrada nos diferentes sistemas \*(VR) = cama de reposição nos diferentes sistemas \*(PCE) = peso da cama de entrada no ciclo nos diferentes sistemas \*(PCR) = peso da cama de reposição no ciclo nos diferentes sistemas \*(PCT) = peso da cama de entrada + peso da cama reposição no ciclo nos diferentes sistemas \*(PF) = peso da cama final no ciclo nos diferentes sistemas \*(RPM) = produção de resíduo por  $m^2$  nos diferentes sistemas \*(FA) = fator de acúmulo estimado no ciclo nos diferentes sistemas \*(PE) =  $85kg/m^3$  peso específico da cama nos diferentes sistemas

A Metodologia proposta para estimativa de resíduos gerados no ciclo nos diferentes sistemas foi baseada no número de aviários (NA) da produção avícola por meio da base de dados da empresa, compreendendo 90 aviários de recria de matrizes com um ciclo total de 204 dias, 208 aviários de produção de matrizes com um ciclo total de 372 dias e 910 aviários de frango de corte com um ciclo total de 360 dias.

Para o cálculo da produção de resíduos finais foi utilizado o peso da cama total (PCT) no ciclo; multiplicados pelo número de aviários (NA); multiplicado pela taxa de acúmulo (TA). Neste estudo foi possível obter um fator de acúmulo de resíduos ao final de cada ciclo para essas condições, sendo que através da multiplicação do peso da cama in natura (PCT) pelo taxa de acumulo (TA) obtém uma estimativa de resíduos finais.

A tabela 3 demonstra as fórmulas para o cálculo de estimativa de resíduos aviários (ERS) resultantes ao final dos ciclos de recria de matrizes, produção de matrizes e frangos de corte.

**Tabela 3** : Quantidade de resíduos gerados no ciclo nos diferentes sistemas.

Sistemas de Produção	Número de aviários (NA)*	Ciclo de produção em dias (CP)*	Estimativa de resíduos produzidos kg/ciclo/sistema (ERS)*
<b>Matriz de recria</b>	90	204	$PCT_R \times NA_R \times FA_R$
<b>Matriz de Produção</b>	208	372	$PCT_P \times NA_P \times FA_P$
<b>Frangos de corte</b>	910	360	$PCT_F \times NA_F \times FA_F$

**Legenda:** \*(PCT) = peso da cama de entrada + peso da cama reposição no ciclo nos diferentes sistemas

\*(NA) = numero de aviários nos diferentes sistemas \*(FA) = fator de acumulo estimada no ciclo nos diferentes sistemas \*(CP) = ciclo de produção em dias \*(ERS) = estimativa de resíduos produzidos

De acordo com o sistema estudado foi proposto a seguinte metodologia constante na Tabela 4, que mostra as formulas para cálculo de quantidade de resíduos gerados no ciclo de matriz de recria, produção de matriz e frangos de corte. Com a produção dos kg m<sup>-2</sup> no ciclo para cada sistema de produção foi possível à obtenção dos resíduos por dia, bem como a produção no ano.

Para o cálculo de produção de resíduo  $\text{kg m}^{-2}$  no ciclo (RPM) para cada sistema de produção foi necessário a produção de resíduo final (PF), dividido pela área média do aviário (AA).

Para o cálculo de produção de resíduo  $\text{kg m}^{-2}$  por dia no ciclo (RD) para cada sistema de produção foi necessário à produção de resíduo por  $\text{m}^2$  (RM), dividido pelo total de dias do ciclo (CP).

Por meio dos dados obtidos de quantidade de resíduos  $\text{kg m}^{-2}$  por dia no ciclo (RD) foi possível obter a produção de resíduos no ano (RA) para cada sistema de produção.

A tabela 4 mostra as fórmulas para cálculo de quantidade de resíduos gerados  $\text{kg m}^{-2}$  por ciclo, por dia e por ano para os sistemas de recria de matrizes, produção de matrizes e frangos de corte.

**Tabela 4** : Fórmulas para cálculo de resíduos gerados  $\text{kg m}^{-2}$  no ciclo,  $\text{kg m}^{-2}$  no dia,  $\text{kg m}^{-2}$  em 1 ano.

Sistemas de Produção	$\text{kg m}^{-2}$ no Ciclo (RPM)*	$\text{kg m}^{-2}$ por dia no ciclo (RD)*	$\text{kg m}^{-2}$ em 1 ano (RA)*
<b>Matriz de recria</b>	$\text{PF}_R / \text{AA}_{RX}$	$\text{RPM}_R / \text{CP}_R$	$\text{RD}_R \times 365_R$
<b>Matriz de Produção</b>	$\text{PF}_P / \text{AA}_{PX}$	$\text{RPM}_P / \text{CP}_P$	$\text{RD}_R \times 365_R$
<b>Frangos de corte</b>	$\text{PF}_F / \text{AA}_{FX}$	$\text{RPM}_F / \text{CP}_F$	$\text{RD}_R \times 365_R$

**Legenda:** \*(RPM) =  $\text{kg m}^{-2}$  no ciclo dos diferentes sistemas de produção; \*(RD) =  $\text{kg m}^{-2}$  por dia nos sistemas de produção; \*(RA) =  $\text{kg m}^{-2}$  em 1 ano nos sistemas de produção

A produção de resíduo aviário de frango de corte no Estado do Paraná foi mensurada por meio da metodologia proposta acima para a região sudoeste de Paraná, baseada na produção em  $\text{kg.m}^{-2}$  no Ciclo (RPM). Utilizando-se os valores estimados de produção para o Município de Dois Vizinhos estimou-se a produção total de resíduos no Estado do Paraná para frangos de corte.

O Paraná abateu 1.406.522.683 frangos de corte no ano de 2012, tendo por base média de ciclo de produção de 45 dias (sendo 30 dias de ocupação das aves e 15 dias de vazio sanitário) para frangos de corte em um ano foi possível obter 8,1 ciclos, sendo dessa forma necessário para o abate de 1.406.522.683 aves a metragem de  $173.039.413,517 \text{ m}^2$  se considerarmos uma ave/ $\text{m}^2$ . No entanto no



Paraná a densidade média usada de 16 aves  $m^{-2}$  tornando-se necessário uma área de 10.814.963,35  $m^2$ .

Para obter a produção de resíduos  $m^2$  de frango de corte ( $RPM_F$ ) na região de Dois Vizinhos foi necessário dividir o peso final da cama pelo tamanho do aviário, utilizado como base para os cálculos de produção de resíduos de frangos de corte do Paraná.

Por meio do número de dias do ano divididos pelo total de dias de intervalos entre lotes foi possível obter o total de ciclos de produção no ano para o frango de corte ( $CPA_F$ ) no Paraná.

Para obter o total  $m^2$  utilizados para a estrutura de frango de corte ( $MPP_F$ ) no Paraná foi necessário dividir o número de aves abatidas pelos números de dias médio de ciclo, pela densidade média de aves por  $m^2$ .

Por meio da produção de resíduos  $m^2$  de frango de corte multiplicado por ciclos de produção no ano, multiplicado por  $m^2$  utilizados para a estrutura de frango de corte no Paraná foi possível obter uma estimativa de produção de resíduos para esse sistema.

A tabela 5 mostra a quantidade  $kg.m^{-2}$  no ciclo, às fórmulas para cálculo de ciclos no ano no Paraná para a produção de frangos de corte, bem como a metragem necessária para alojamento do total de aves abatidas no ano de 2012 e por último uma estimativa de produção de resíduos nesse sistema.

**Tabela 5 :** Quantidade de resíduos gerados por ciclo na produção de frangos de corte no Paraná .

Sistemas de Produção	Produção de resíduos $m^2$ ( $RPM_F$ )*	Ciclo de produção no ano ( $CPA$ )*	( $m^2$ ) no Paraná ( $MPP$ )*	Estimativa de resíduos produzidos $kg/ciclo/sistema$
Frangos de corte	$RPM_F$	365 / DLP	AAP / CPA / DMP	$RPM \times CPA \times MPP$

**Legenda:** \*(RPM) = produção de resíduo ( $m^2$ ) \*(DLP) = dias para cada lote de produção \*(CPA) = ciclos de produção no ano no Paraná \*(MPP) = ( $m^2$ ) de produção de frango de corte no Paraná \*(AAP) = aves abatidas ano no Paraná \*(DMP) = densidade média no Paraná

Para avaliação de destinos de resíduos aviários gerados na integração da da empresa estudada na região de Dois Vizinhos, foi utilizada a metodologia por meio do levantamento de dados em diferentes propriedades através da distribuição de um questionário específico (Anexo 1) nos diferentes sistemas de produção. Para o grupo RM e PM foram visitadas 100% das propriedades, já para o grupo FC

somente 10% das propriedades o que corresponde a 90 dos integrados. Foi verificado o destino das camas através das opções: utilização na lavoura e ou pastagem, venda para empresas especializadas, e outros destinos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior produção de cama aviária por  $m^2$  na região de Dois Vizinhos foi constatada na produção de frango de corte, seguido pela produção de matrizes e recria de matrizes, sendo 91,6667; 72,2222; 34,5622  $kg\ m^{-2}$  respectivamente (Tabela 5).

A maior produção de cama aviária no sistema de frangos de corte, pode ser devido os animais receberem alimentação à vontade (*ad libitum*), possibilitando um maior potencial de excretas e desperdício de ração. Isto difere para o sistema de recria e produção de matrizes, em que a alimentação é controlada.

Para o sistema de matriz de recria, matriz de produção e frango de corte o fator de acúmulo de resíduos foram: 5,7859; 6,0691; 6,7402  $kg.m^{-2}$  no ciclo, respectivamente (Tabela 6). Neste estudo foi possível obter um fator de acúmulo de resíduos ao final de cada ciclo para essas condições, sendo que através da multiplicação do peso da cama in natura (PCT) pelo taxa de acúmulo (TA) obtém uma estimativa de resíduos finais. Observa-se que tanto a produção de  $kg.m^{-2}$  como a taxa de acúmulo tem maior impacto para o sistema de frangos de corte, matrizes de produção seguido do sistema de matrizes de recria.

**Tabela 6.** Valores calculados de volume de cama de entrada ( $m^3$ ), volume da cama de reposição ( $m^3$ ), peso da cama de entrada (kg), peso da cama de reposição (kg), peso da cama total do ciclo (kg), produção de resíduo ( $m^2$ ), taxa de acúmulo de resíduo ( $m^2$ ).

Sistema de Produção	Espessura da cama $m^3$ (EC)*	Área Média de Aviário $m^2$ ( $AA_x$ )*	Volume de cama de entrada $m^3$ (VE)*	Volume de cama de reposição $m^3$ (CR)*	Peso da cama de entrada kg (PCE)*	Peso da cama reposição kg (PCR)*	Peso da cama total ciclo kg (PCT)*	Peso final da cama kg (PF)*	Produção de resíduo por $m^2$ (RPM)*	Fator de acúmulo estimada (FA)*
Matriz de recria	0,07	1.736	122	X	10.370	X	10.370	60.000	34,5622	5,7859
Matriz de Produção	0,07	1.800	126	126	10.710	10.710	21.420	130.000	72,2222	6,0691
Frangos de corte	0,06	1.200	72	120	6.120	10.200	16.320	110.000	91,667	6,7402

**Legenda:** \*(EC) = espessura de cama nos diferentes sistemas \*( $AA_x$ ) = área de aviário médio nos diferentes sistemas \*(VE) = volume de cama de entrada nos diferentes sistemas \*(CR) = cama de reposição nos diferentes sistemas \*(PCE) = peso da cama de entrada no ciclo nos diferentes sistemas \*(PCR) = peso da cama de reposição no ciclo nos diferentes sistemas \*(PCT) = peso da cama de entrada + peso da cama reposição no ciclo nos diferentes sistemas \*(PF) = peso da cama final no ciclo nos diferentes sistemas \*(RPM) = produção de resíduo por  $m^2$  nos diferentes sistemas \*(TA) = taxa de acúmulo estimada no ciclo nos diferentes sistemas \*(PE) =  $85g/m^3$  peso específico da cama nos diferentes sistemas

Na tabela 7 observa-se que a quantidade de cama produzida na criação de frangos de corte foi maior comparada aos outros sistemas estudados, sendo de 100.100.058,24 kg para 910 aviários com média de 1.200 m<sup>2</sup>, já para os aviários de matrizes de produção a quantidade de resíduos foi de 27.040.025,38 kg para 208 aviários com média de 1.800 m<sup>2</sup>, e para produção de matrizes de recria foi 5.399.998,13 kg, para 90 aviários com média de 1.736 m<sup>2</sup>.

Se comparadas às produções de resíduos totais de acordo com os diferentes sistemas temos maior número de aviários para a produção de frangos, seguidos da produção de matrizes e recria de matrizes, o que justifica essas produções, entretanto a produção de kg m<sup>-2</sup> também é maior na respectiva sentença, o que deixa implícito o maior impacto de produção de resíduos para mesma ordem.

**Tabela 7** : Quantidade de resíduos gerados no ciclo nos diferentes sistemas.

Sistemas de Produção	Número de aviários (NA)*	Ciclo de produção em dias (CP)	Dias de ocupação das aves (DO)	Estimativa de resíduos produzidos kg/ciclo/sistema (ERS)
Matriz de recria	90	204	154	5.399.998,13
Matriz de Produção	208	372	322	27.040.025,37
Frangos de corte	910	360	240	100.100.058,24

**Legenda:** \*(PCT) = peso da cama de entrada + peso da cama reposição no ciclo nos diferentes sistemas \*(NA) = número de aviários nos diferentes sistemas \*(TA) = taxa de acumulo estimada no ciclo nos diferentes sistemas.

O município possui uma área total de 41.864,8 hectare, considerando a produção de resíduos por ciclo de acordo com os sistemas de criação de recria de matrizes, produção de matrizes e frangos de corte da empresa em estudo, são gerados dos sistemas cerca de 132.540.081,74 kg teríamos uma aplicação média 3.175 kg ha<sup>-1</sup> se toda a área fosse apta a aplicação.

A tabela 8 com a produção de kg m<sup>-2</sup> no Ciclo para cada sistema de produção foi possível obter os valores de kg m<sup>-2</sup> de resíduos por dia, dividindo-se pelo total de dias dos ciclos de cada sistema, também sendo a produção de resíduos de frangos de corte maior (0,225 kg m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>) que a produção de matriz de produção (0,194 kg m<sup>-2</sup>) seguida da matriz de recria (0,169 kg m<sup>-2</sup>).

A produção de resíduo kg m<sup>-2</sup> calculada para o período de 1 ano nos sistemas de matriz de recria, matriz de produção e frango de corte apresentou valores:

(61,69; 70,81; 93,08 kg m<sup>-2</sup> no dia), respectivamente (Tabela 8). Quando comparada a produção por dia nos diferentes sistemas fica claro o maior impacto gerado na produção de resíduo pelo sistema de frangos de corte.

**Tabela 8 :** Quantidade de resíduos gerados kg m<sup>-2</sup> no ciclo, kg m<sup>-2</sup> no dia, kg m<sup>-2</sup> em 1 ano.

Sistemas de Produção	kg m <sup>-2</sup> no Ciclo (KC)*	kg m <sup>-2</sup> no dia (KD)*	kg m <sup>-2</sup> em 1 ano (KA)*
Matriz de recria	34,5622	0,169	61,69
Matriz de Produção	72,2222	0,194	70,81
Frangos de corte	91,6667	0,225	93,08

**Legenda:** \*(KC) = kg m<sup>-2</sup> no ciclo dos diferentes sistemas de produção; \*(KD) = kg m<sup>-2</sup> por dia nos sistemas de produção; \*(KA) = kg m<sup>-2</sup> em 1 ano nos sistemas de produção

Na tabela 9 observa-se que a quantidade de resíduo gerada no Paraná pela produção de frangos de corte é de 991.332.000,915 kg/ciclo/sistema, tendo um ciclo médio de produção no ano de 8,1111 lotes e metragem de produção de 10.814.963,35 m<sup>2</sup>.

**Tabela 9 :** Quantidade de resíduos gerados por ciclo na produção de frangos de corte no Paraná .

Sistemas de Produção	Produção de resíduos m <sup>2</sup> (RMP)*	Ciclo de produção no ano (CPA)*	(m <sup>2</sup> ) no Paraná (MPP)*	Estimativa de resíduos produzidos kg/ciclo/sistema
Frangos de corte	91,6667	8,1111	10.814.963,35	991.372.000,915

**Legenda:** \*(RMP) = produção de resíduo (m<sup>2</sup>) \*(DLP) = dias para cada lote de produção \*(CPA) = ciclos de produção no ano no Paraná \*(MPP) = (m<sup>2</sup>) de produção de frango de corte no Paraná \*(AAP) = aves abatidas ano no Paraná \*(DMP) = densidade média no Paraná

O Paraná produziu 1.403.522.683 frangos de corte no ano de 2012, sendo que a região de Dois Vizinhos contribuiu com 12,22% dessa produção, com aproximadamente 171.600.000 aves. Suas instalações com 1.092.000 m<sup>2</sup> representam 10% das instalações do Paraná que possui um total de 10.814.963,35 m<sup>2</sup>.

O Paraná possui uma área de 19.531.500 hectare, considerando a produção de resíduos no sistema de frangos de corte, é gerado cerca de 991.372.000,915 kg

por ciclo, o que teríamos uma aplicação média  $50,75 \text{ ton.ha}^{-1}$  se toda a área fosse apta a aplicação.

Em relação ao destino das camas, o sistema de matrizes de recria e de produção fornece sua totalidade de resíduos para empresas especializadas no tratamento e futuras vendas (Tabela 10). Somente o sistema de produção de frango de corte apresenta maior percentual de utilização da cama para lavouras na própria propriedade ou em propriedades vizinhas, porém sua utilização muitas vezes não é aplicado de forma eficaz, ou seja, a mesma é distribuída de forma aleatória, sem análise de solo, bem como do resíduo utilizado. Segundo KONZEN (2003), os dejetos da cama de aves podem constituir fertilizantes eficientes e seguros na produção de grãos e de pastagem, desde que precedidos dos ativos ambientais que assegurem a proteção do meio ambiente, antes de sua reciclagem.

**Tabela 10.** Destino de resíduos nos diferentes sistemas de produção em empresa específica na região de Dois Vizinhos.

Sistemas de Produção	Venda (%)	Utilização (%)	Outros (%)
Matriz de recria	100	-	-
Matriz de Produção	100	-	-
Frangos de corte	30	65	5

Considerando-se a manutenção da taxa de aumento de rebanho histórica entre 2004 a 2009 (IBGE, 2009), estima-se que o número de cabeças de aves praticamente deverá duplicar até 2020, ou seja, chegará a 10 bilhões de cabeças de aves. Desta forma, a geração de dejetos da cama de aviário deverá aumentar na mesma proporção, aumentando o passivo ambiental resultante da destinação desses resíduos na agricultura e com isso a importância estratégica do desenvolvimento de tecnologias que permitam o reaproveitamento desses resíduos como insumo.

Atualmente, o principal destino dos resíduos de suínos e aves no Brasil é o seu uso agrícola na sua forma original "*in natura*", sem transformações. Em geral, o que se observa é o uso sem critérios técnicos que permita o aproveitamento eficiente dos nutrientes, resultando em grandes perdas, sobretudo do nitrogênio.

Além da perda de nutrientes, o uso agrícola de resíduos sem critérios técnicos pode resultar em emissão significativa de gases de efeito estufa, principalmente o óxido nitroso. O uso de resíduos de aves na alimentação animal foi proibido pela legislação brasileira desde 2001, o que aumentou a necessidade de se buscar alternativas para a disposição segura desses resíduos no solo.

SANTOS (1997) ao avaliar diferentes camas de frango (napier, maravalha e a mistura de napier com maravalha) sobre dois lotes de criação, observou aumento ( $P < 0,05$ ) na concentração dos minerais (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn, Cr e Ni) na cama de frangos de acordo com a reutilização. Da mesma forma, FUKAYAMA (2008) observou que, com a reutilização da cama e consequentemente com o aumento na sua quantidade (produção de cama na MS), houve aumento ( $P < 0,05$ ) na quantidade de minerais. Esta variação na composição química da cama se deve ao fato de haver diferenças nos materiais utilizados como cama, no balanço nutricional, no manejo dos frangos de corte, na reutilização da cama, dentre diversas outras variações.

## CONCLUSÃO

Na região de Dois Vizinhos, a quantidade de cama produzida para o sistema de matrizes de recria, produção de matrizes e frangos de corte por ciclo foi 100.100.058,24 kg; 27.040.025,38 kg; 5.399.998,13 kg, respectivamente. O destino de cada cama aviária na região de Dois Vizinhos é a utilização em lavouras e venda para empresas especializadas. A estimativa da produção de cama aviária de frango de corte no Paraná foi de 991.372.000.915 kg ciclo<sup>-1</sup> de produção.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. A. **Fontes alternativas de cama de frangos para alimentação de ruminantes**. 1991. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará - UFC. Fortaleza, 1991.

FERNANDES FILHO, J. .; QUEIROZ; A. M. de. Transformações Recentes na Avicultura de Corte Brasileira: O Caso do Modelo de Integração. **Anais...** In: XL Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural . SOBER, 2002, Passo Fundo RS, v.1, p.1-16, 2002.

FUKAYAMA **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: Efeito na produção de biogás e biofertilizante**. 2008. 121 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Câmpus de Jaboticabal, Unesp, 2008.

KINGERY, W.L.; WOOD, C.W.; DELANEY, D.P.; et al. Implications of long-term land application of poultry litter on tall fescue pastures. **Journal of Production Agriculture**, v.6, n.3, p.390-395, 1993.

KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. V Seminário técnico da cultura de milho, Videira, 2003.

MAPA, **Instrução Normativa n-15 de 17 de julho de 2001, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Diário Oficial n-138, seção 1, de 18.07.2001.

SANTOS, T. M. B. dos. **Caracterização química, microbiológica e potencial de produção de biogás a partir de três tipos de cama, considerando dois ciclos de criação de frangos de corte**. 1997. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

STRAUS, E. L.; MENEZES L. V. T. Minimização de Resíduos. In: **Anais...** 17. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, p.212 - 225, 1993.

<<http://www.sindiavipar.com.br> > Acesso em 20/05/2013 às 20:00hs

<<http://www.apa.com.br/estatisticas/frgprdnac.htm>> Acesso em 20/05/2013 às 21:00hs

<[http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/consumo\\_percapita](http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/consumo_percapita) >Acesso em 20/05/2013 às 21:30hs

<<http://www.cienciadosolo.com/tecnologia/18/geracao-de-residuos-nos-sistemas-de-producao-de-suinos-e-aves-no-brasil> >Acesso em 20/05/2013 às 22:00hs



## CAPÍTULO 2

**DECOMPOSIÇÃO DA CAMA AVIÁRIA E USO COMO FERTILIZANTE ORGÂNICO  
NA PRODUÇÃO DE AVEIA PRETA *Avena strigosa cv. IAPAR 61* E DE MILHO *Zea  
mays cv.***

O Capítulo foi elaborado conforme as normas para publicação da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**DECOMPOSIÇÃO DA CAMA AVIÁRIA E USO COMO FERTILIZANTE  
ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE AVEIA PRETA *Avena strigosa* cv. IAPAR 61 E DE  
MILHO *Zea mays* cv.**

Fabio Cesar Bratti

Laboratório de Inovações Avícolas, Departamento de Zootecnia, Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

**RESUMO**

O objetivo desse trabalho foi estudar a decomposição da cama aviária usada como adubo orgânico na produção de forragem de aveia preta cv. IAPAR 61 e na produção de milho, com efeito da adubação residual da aveia, sob diferentes dosagens e tipos de cama aviária, comparados à adubação mineral. As doses de cama de aviário de corte e produção de matrizes foram de 0; 6,5; 13 e 19,5 t ha<sup>-1</sup> do resíduo orgânico. Nos tratamentos com fertilizante mineral foram usados 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 150 kg ha<sup>-1</sup> de N. Os resíduos da cama aviária sob produção de matrizes de frangos foram obtidos a partir de lotes de matrizes de produção com 322 dias. Os resíduos de cama aviária sob produção de frango de corte foram gerados durante o período 240 dias de ocupação das aves. Foram realizadas oito coletas, de sacos de tecido voal de um milímetro de malha que continham amostras de 100 gramas de ambos os tipos do resíduo orgânico. A avaliação da matéria seca remanescente foi feita após um período de incubação a campo de 153 dias. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, sendo os tratamentos compostos de dois tipos de resíduo obtidos a partir da produção de cama aviária. Foi avaliada a produção de forragem no estágio de floração da aveia preta. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial, sendo os fatores A = tipo da cama e D = dose do resíduo. A semeadura do milho foi efetuada 30 dias após a dessecação da aveia, em semeadura direta, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e população de plantas de 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial com parcela subdividida. A velocidade de decomposição de cama de aviário de frango de corte foi mais acelerada que os resíduos de cama de aviários de produção de matrizes. Com 153 dias de incubação cerca de 60% do resíduo de aviários de frango de corte se decompôs, enquanto para o outro resíduo apenas 40% nesse mesmo tempo de incubação. A produção de forragem da aveia foi maior quando usada cama de aviário de frango de corte se comparado a cama de aviário de postura, superando a

produção de forragem obtida com adubação mineral nas doses acima de  $6,5 \text{ t ha}^{-1}$  de cama e com máxima produção na dose de  $13 \text{ t ha}^{-1}$  de cama. Foi encontrado uma maior produção de grãos de milho com adubação de cama de aviário de frango de corte na dosagem de  $13 \text{ t.ha}^{-1}$ , apresentando uma média de produção de  $8432,41 \text{ Kg.ha}^{-1}$ , enquanto que para a mesma dosagem de cama de matrizes a média foi de  $8562,5 \text{ Kg.ha}^{-1}$ . Portanto a adubação com  $13 \text{ t.ha}^{-1}$  de cama aviária de frango de corte para aveia e milho seria uma interessante estratégia para controle dos resíduos dos diferentes sistemas de produção aviária.

**Palavras-chave:** fertilizante orgânico. planta de cobertura. produção de forragem.

## **BREAKDOWN OF BED AND AVIAN USE AS ORGANIC FERTILIZER PRODUCTION OF OATS *Avena strigosa* cv. IAPAR 61 AND CORN *Zea mays* cv.**

Fabio Cesar Bratti

Laboratório de Inovações Avícolas, Departamento de Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

### **ABSTRACT**

The aim of this work was to study the decomposition of poultry litter used as organic fertilizer on forage yield of oat cv. IAPAR 61 and in the production of corn, with the residual effect of fertilization oats under different dosages and types of poultry litter compared to mineral fertilizer. The doses of broiler and layers poultry litter were 0, 6.5, 13 and 19.5 t ha<sup>-1</sup> of organic fertilizer. In mineral fertilizer were used 100 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 100 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> and 150 N. The poultry litter in layers were obtained from hens production involving 322 days. The poultry litter in broiler production were generated during the 240 days of occupation of birds. There were eight samples in bags of a millimeter voile fabric knitted from samples containing 100 grams of both kinds of organic residue. The evaluation of the remaining dry matter was taken after a period of incubation under field of 153 days. The experimental design was a randomized block design with three replications, treatments composed of two types of residue obtained from poultry production. Was evaluated forage production in flowering stage of oats. The experimental design was a randomized block design with three replications in a factorial design, the factors A = type of litter and D = dose of residue. The sowing of maize was performed 30 days after oat desiccation by direct seeding, with spacing of 0.45 m between rows and plant population of 75,000 plants ha<sup>-1</sup>, the experimental design was a split in randomized factorial design with subdivided. The rate of decomposition of broilers litter was faster than the layers. With 153 days of incubation about 60% of residual poultry broiler decomposed, while the other residue only 40% in the same incubation time. Forage production of oats was greater when used litter from broiler compared to poultry layers, surpassing the production of forage obtained with mineral fertilizer doses above 6.5 t ha<sup>-1</sup> of litter and maximum production in a dose of 13 t ha<sup>-1</sup>. The major production of corn was found in fertilization with poultry layers litter in dosage of 13 t ha<sup>-1</sup>, with an average production of 8562.5 kg ha<sup>-1</sup>, while for the same dosage of broiler liter the average

was 18432.41 kg ha<sup>-1</sup>. So fertilization with 13 t ha<sup>-1</sup> litter from poultry to oats and corn would be an interesting strategy for the destination of litter from different poultry production systems.

**Keywords:** organic fertilizer. hedge plant. forage production.

## DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Associado ao rápido e concentrado crescimento da indústria avícola, cresce também a produção de resíduos e seus problemas decorrentes. O uso agrícola destes resíduos, como fertilizantes, oferece uma das melhores soluções para o descarte da cama de aviário gerado nas explorações avícolas. A utilização de esterco e outros compostos orgânicos apresentam-se como alternativa promissora capaz de reduzir as quantidades de fertilizantes químicos a serem aplicados nas culturas agrícolas (ALMEIDA et al., 1982). O aumento da produção de resíduos vem provocando impactos ambientais, pois sua taxa de geração é muito maior que sua taxa de degradação; dessa forma, é cada vez mais premente, a necessidade de reduzir, reciclar e reaproveitar os resíduos gerados na agropecuária, com o objetivo de recuperar matéria e energia (STRAUS & MENEZES, 1993).

A taxa de decomposição de resíduos culturais é importante na ciclagem de nutrientes, e o conhecimento dessa dinâmica é fundamental para a compreensão desse processo. Estudos de campo, envolvendo a perda de massa e a liberação de nutrientes pela decomposição de resíduos, com enfoque na dinâmica de distribuição de nutrientes, nos vários compartimentos do sistema palhada-solo ao longo do tempo, são essenciais para o entendimento dessa dinâmica de distribuição e liberação de nutrientes (KLIEMANN et al., 2006).

O uso agrícola da cama de aviário permite, além de uma forma ambientalmente correta de descarte destes resíduos, fertilizar o solo com uma importante fonte de nutrientes, capaz de manter ou restaurar a sua fertilidade. Entretanto, para que se faça o uso de forma ambiental e economicamente correta da cama, é crucial que se entenda como ocorre a decomposição e liberação de nutrientes da cama de aviário. Além disso, com base na dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes pela cama é possível avaliar possíveis efeitos residuais e assim recomendar níveis adequados de fertilizantes para as culturas seguintes (STRAUS & MENEZES, 2009).

Experimentos reportam os efeitos do uso da cama de aviário e demonstram algumas vantagens como alta concentração de macronutrientes (ZHANG et al., 2002), aumento no carbono total e teor matéria orgânica do solo (ADELI et al., 2008; SINGH et al., 2009), maior capacidade de retenção e infiltração de água do solo

(KINGERY et al., 1994), aumento do pH do solo (ZHANG, 1998), melhorias na qualidade física, química e biológica dos solos (NAKATAWA et al., 2001; FRIEND et al., 2006; MCGRATH et al., 2009) e incremento na produtividade de culturas como o milho, a soja, o algodão e pastagens (WOOD et al., 1996; ADELI et al., 2005; MITCHELL & TU, 2005; SISTANI et al., 2004).

Por apresentar elevada produção de massa seca, facilidade de aquisição de sementes e de implantação, rusticidade (SÁ, 1996), rapidez de formação de cobertura (DA ROS & AITA, 1996), eficiente reciclagem de N (REEVES, 1994) e ciclo adequado, a aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) é a espécie de cobertura de solo mais utilizada no sul do Brasil, no período de inverno, antecedendo ao cultivo do milho, plantado em sistema de semeadura direta. Com base nesses dados é possível afirmar que quando altos níveis de cama de aviário são aplicados como fertilizantes, estes tendem a fornecer nutrientes para o solo de forma gradual propiciando um efeito residual para as culturas subseqüentes.

Neste sentido, a biomassa residual da aveia + azevém, com maior relação C/N, forma uma cobertura morta estável, que contribui para a estruturação do solo e fornece proteção ao impacto de gotas de chuva e a radiação solar (HEINRICHS et al., 2001).

Por outro lado, resíduos com menor relação C/N favorecem a mineralização de N, com reflexos positivos sobre o suprimento desse nutriente as espécies não-leguminosas em sucessão (TEIXEIRA et al., 1994; ASSMANN et al., 2003).

Anghinoni et al. (2011) encontraram a partir da análise das biomassa residual pós pastejo de aveia + azevém, uma decomposição mais rápida da pastagem em relação ao esterco, com menor persistência desses resíduos nos pastejos moderados manejados entre 20 e 30 cm de altura, com conseqüente liberação mais rápida de fósforo (P).

Em condições de campo sob sistema plantio direto, o produtor preconiza a manutenção de resíduos, a fim de proteger a superfície do solo pelo maior período de tempo possível. Dentre os vários fatores determinantes do sucesso produtivo do milho, destaca-se a adubação nitrogenada. Neste sentido, a utilização de resíduos orgânicos de aviários, popularmente conhecidos como “cama de aviário”, apresenta-se como excelente opção, uma vez que seu uso como fertilizante agrícola além de possibilitar um destino correto a estes resíduos, promove também uma melhoria na

produção vegetal e animal via introdução e aumento na disponibilidade de nutrientes no solo. (ADAMI, 2012).

Sendo assim, esse trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a decomposição da cama aviária usada como fertilizante orgânico para a produção de forragem da aveia preta cv. IAPAR 61 e a produção do milho com o efeito residual da cama com uso de plantio direto, submetidos à diferentes dosagens e tipos de cama de aviário.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Campus Dois Vizinhos), no período total compreendido entre abril de 2012 a abril de 2013. A região é fisiograficamente chamada de terceiro planalto paranaense, com altitude de 520 m, latitude de 25°44" Sul e longitude de 53°04" Oeste, sendo o clima do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa e Cfb).

**Tabela 11:** Atributos químicos do solo antes do início do experimento.

Profundidade	pH	CaC <sub>12</sub>	MO	Ca	Al <sup>3+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	Fe	Zn	V
cm			g dm <sup>-3</sup>		cmol dm <sup>-3</sup>				g dm <sup>-3</sup>		%
0,0–10,	5,40		41,55	5,07	0,00	3,26	0,15	3,58	64,07	1,53	61,32

Os resíduos de cama aviária sob produção de matrizes de frangos foram obtidos a partir de lotes matrizes de produção com 372 dias de ciclo, sendo 322 dias de ocupação das aves. Os resíduos de cama aviária sob produção de frango de corte foram gerados totalizando 360 dias de ciclo, sendo 240 dias de ocupação das aves.

Para a caracterização dos resíduos foi analisado amostras coletadas pós-fermentação no final de cada ciclo, referente aos dois sistemas de maior produção, sendo eles matrizes de produção e frangos de corte.



**Tabela 12:** Atributos químicos das camas de frango de corte e matrizes de frango.

	N	Ca	P	Mg	K	Cu	Fe	Mn	Zn
Tipos cama	g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>			
Frango	26,8	36,0	14,1	13,3	14,3	128,18	270,18	789,14	732,88
Matriz	20,0	84,4	17,4	12,3	23,5	80,84	1850,3	688,12	581,84

O experimento foi conduzido em uma área experimental de 1.470 m<sup>2</sup>, sendo dividida em três blocos contendo dez unidades experimentais de 7x7 m cada.

No dia 13 de Abril de 2012, foi realizada a adubação a lanço com as camas aviárias nas respectivas parcelas, como demonstrado no croqui experimental (**Anexo B**). Em seguida foi realizado o plantio mecanizado da aveia preta e no dia 23 de abril foram alocados sacos de voal de um milímetro de malha (metodologia de litter bags), com amostras de 100 gramas de ambos os tipos do resíduo orgânico. Para avaliação da decomposição da cama, foram coletadas 10 amostras nos períodos de 15, 30, 53, 73, 93, 113, 133, 153, 173 e 193 dias de incubação a campo, com três repetições por tipo de resíduo.

Após coletadas, as amostras foram retiradas dos sacos de voal, colocadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar a 60<sup>o</sup> C até peso constante. A avaliação da decomposição foi obtida por diferença de peso baseando-se na quantidade total (100 g), alocada no início das avaliações, menos a quantidade remanescente ao longo dos períodos de avaliação.

As taxas de decomposição da matéria seca (MS) da massa seca residual da cama foram estimadas pelo programa estatístico Statigraphic Plus 4.1 ajustando-se ao modelo de regressão não linear aos valores observados conforme proposto por WIEDER E LANG (1982). O modelo ajustado têm a seguinte equação matemática:  $MSR e NR = A e^{-kat} + (100-A)$  Em que a Matéria Seca Remanescente (MSR) é porcentagem de MS remanescente no tempo t (dias); ka é a taxa constante de decomposição da MS e de liberação de nutrientes do compartimento mais facilmente decomponível (A) e do compartimento mais recalcitrante (100-A), respectivamente.

Foi estimada a produção de forragem no florescimento da aveia preta *Avena strigosa* cv. IAPAR 61 conforme as doses de 0; 6,5; 13 e 19,5 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango de corte e matrizes de produção de frango de corte, sendo aplicado também

um tratamento com fertilizante mineral composto de 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 150 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Foi cortada em uma área, de 0,25 m<sup>2</sup> por unidade experimental, a biomassa aérea do pasto. Essa amostra de forragem foi seca em estufa com circulação forçada de ar a 60° C até peso constante. Após seca foi calculada a produção de forragem em kg ha<sup>-1</sup> de MS.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições em esquema fatorial. O fator A foi composto de dois tipos de cama e o fator D de crescentes doses do resíduo orgânico. Os tipos de cama foram: cama de aviário de frango de corte com oito lotes ou 240 dias e cama de aviário de produção de matrizes de frango de corte com 322 dias.

Para a cultura do milho, cultivada após cultivo da aveia preta sob crescentes doses de adubação orgânica, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial com parcela subdividida. O fator A foi composto de dois tipos de cama e o fator D de crescentes doses do resíduo orgânico. Em cada combinação tipo de cama e dose foi alocada a subparcela que foi composta da adubação (200 kg ha<sup>-1</sup> de N) ou não com nitrogênio em cobertura na cultura do milho.

Após a avaliação da produção de biomassa da aveia preta, combinado com o momento do florescimento efetuou-se a dessecação dessa cultura com herbicida glyphosate (900 g ha<sup>-1</sup>) em 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. A semeadura do milho foi efetuada 30 dias após a dessecação, em semeadura direta, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e população de plantas de 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A emergência das plântulas ocorreu oito dias após a semeadura. Não foi utilizada adubação de base. O nitrogênio, em conformidade com os tratamentos estabelecidos para o cultivo do milho, foi aplicado em cobertura, sendo estágio em V5. A fonte de N utilizada foi a ureia (45% de N). Efetuou-se o controle das plantas espontâneas por ocasião da dessecação, complementado pela aplicação de atrazine (3.500g ha<sup>-1</sup>) mais óleo mineral (0,5L ha<sup>-1</sup>), em pós emergência com 200L ha<sup>-1</sup> de calda. Não foi efetuado controle de pragas e doenças.

A produtividade de milho foi determinada em área útil de 8m<sup>2</sup> (2 linhas x 0,8m x 5m) com correção para o teor de 130 g kg<sup>-1</sup> de umidade. Para avaliação do número de fileiras, grãos por fileira e por espiga, foram utilizados dez espigas colhidas em sequência da segunda linha central de cada parcela, que após analisadas foram

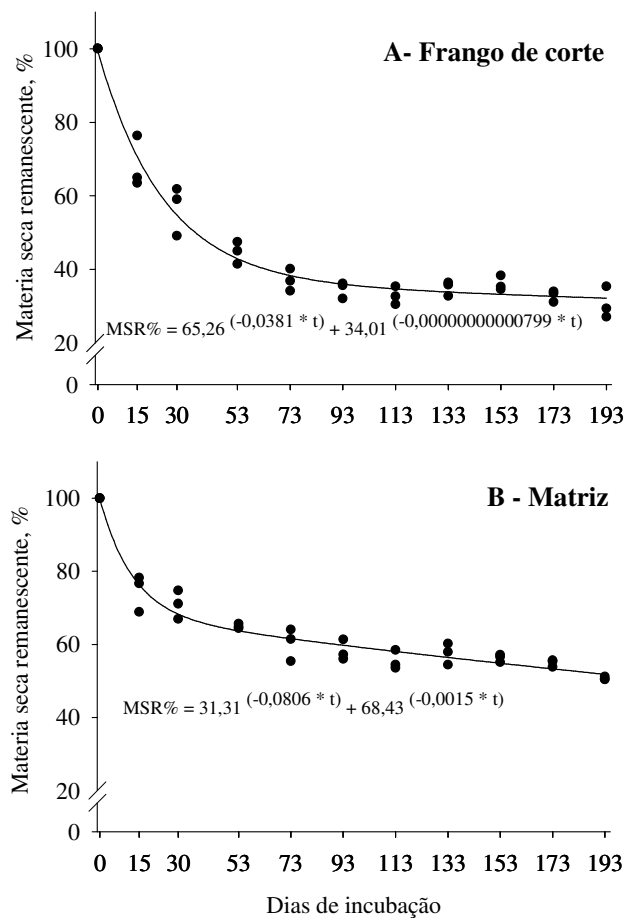
incorporadas à massa da parcela. A massa de mil grãos foi estimada a partir da pesagem de 300 grãos.

Os dados foram submetidos a análise de variância 5% de probabilidade. Quanto significativo para os tratamentos de efeito qualitativo (tipos de cama) foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade e para fatores de efeito quantitativos feitos testes de regressão polinomial considerando o maior grau significativo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A matéria seca remanescente dos resíduos de aviários de produção de frango de corte (360 dias de permanência dentro do aviário e 240 dias com permanência dos animais) apresentou mais rápida decomposição se comparado aos resíduos de aviário de produção de matrizes (372 dias de permanência dentro do aviário e 322 dias com permanência dos animais).

A Figura 1 mostra a matéria seca remanescente (MSR) de cama de aviário de corte e de cama de aviário de produção de matrizes.



**Figura 1** – Matéria seca remanescente (MSR) de cama de aviário de corte (240 dias de ocupação com aves) e de cama de aviário de produção de matrizes (322 dias de ocupação com aves).

Com 30 dias de incubação cerca de 45% da cama de aviários de frango de corte se decompôs, enquanto para o outro resíduo apenas 30% nesse mesmo tempo de incubação. Adami (2012) ao final do primeiro mês após a incubação dos sacos de decomposição no campo observou-se que 35% da MS inicial já havia sido decomposta. Gale & Gilmour (1986) relataram que 40% da cama de aviário havia se decomposto após 35 dias de incubação a campo. Castellanos & Pratt (1981) relatam níveis ainda maiores, de 45% de decomposição da cama após 28 dias de incubação das amostras.

Gilmour et al. (2004), avaliando a decomposição da cama de aviário em condições de laboratório observou que após 30 dias de incubação, 34% do carbono total da cama tinha sido convertido em CO<sub>2</sub>.

A decomposição da biomassa vegetal é influenciada pela composição química do material em decomposição e pelas características do solo (DOUGLAS & MAGDOFF, 1991).

A maior decomposição inicial é resultado da decomposição de compostos mais facilmente decomponíveis tais como aminoácidos, açúcares e proteínas, sendo que os valores da decomposição tendem a se estabilizar ou diminuir lentamente após a decomposição destes compostos devido à presença de componentes mais recalcitrantes como lignina, tanino e celulose (HEAL et al., 1997; GIACOMONI et al., 2003; LUPWAYI et al., 2007).

No entanto, os danos ambientais provocados por contaminação por nitrato estão relacionados com aplicações excessivas de cama de aviário ou além das taxas agrônômicas recomendadas. Kingery et al. (1993) encontraram acúmulo de nitrato no solo a 3 m de profundidade em locais com uso de altas quantidades de cama de aviário. Do ponto de vista da água superficial, P é o elemento de principal preocupação, uma vez que a sua aplicação em excesso pode promover acúmulo de P próximo à superfície do solo, sujeito assim a ser perdido promovendo a eutrofização das águas, problema comum em países como os Estados Unidos (SCHINDLER, 1978).

Outro aspecto importante em relação à cama é a presença de elementos tóxicos. Apesar de alguns destes elementos serem essenciais as plantas, quando em excesso, podem se tornar tóxicos por afetar negativamente os organismos que se alimentam destas plantas (MERRINGTON et al., 1997) e por causar contaminações da água e do solo.

Olivera, et al., (2008), estudando doses de cama de aviário, sob sistema orgânico de produção verificaram que a produção de biomassa e as quantidades de nutrientes acumulados na palhada de aveia preta foram de 9,1 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, contendo de 130 kg ha<sup>-1</sup> de N, 14 kg ha<sup>-1</sup> de P, 174 kg ha<sup>-1</sup> de K, 33 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e 21 kg ha<sup>-1</sup> de Mg.

Esses mesmos autores citados acima também verificaram que a aplicação de doses crescentes de cama de aviário proporcionou aumentos lineares na altura e área foliar das plantas. De forma similar, Zarate, et al. (2000) observaram maiores valores de matéria fresca de limbos e pecíolos de taro, por ocasião da colheita, em plantas adubadas com cama de frango de corte semi-decomposta.

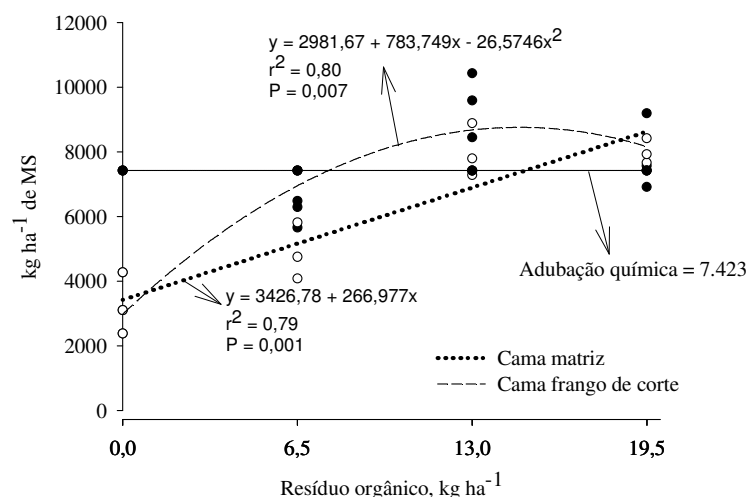
Esses resultados podem ser associados ao suprimento de nutrientes, principalmente nitrogênio, pelo tipo de adubo orgânico e pelos resíduos da aveia preta. De acordo com Jacobs & Clark (1993), o maior fornecimento de N para plantas de taro favorece o desenvolvimento de sua parte aérea (folhas e pecíolos),

atuando como fator determinante para a produção de biomassa. Isso está associado à ausência de uma área foliar ótima no taro durante grande parte de seu ciclo (GOENAGA, 1995).

Houve interação significativa entre tipos de cama *versus* doses da cama (Figura 2). A produção de forragem de aveia preta *Avena strigosa* cv. IAPAR 61 ajustou-se a um modelo quadrático de regressão polinomial quando com cama de aviário de corte, já para cama de aviário de produção de matrizes de frango de corte o modelo com maior grau significativo foi o linear. Nas doses intermediárias 6,5 e 13 t ha<sup>-1</sup> de cama, a produção de forragem da aveia foi maior quanto para o tipo de cama obtido da produção de frangos de corte, já na maior dose (19,5 t ha<sup>-1</sup> de cama) os resultados são semelhantes.

A adubação mineral usada proporcionou maior produção de forragem de aveia quando comparado a sem aplicação da cama de aviário e quando usado 6,5 t ha<sup>-1</sup> de ambos os tipos de cama. Já com o uso de 13 t ha<sup>-1</sup> de cama a produção de aveia preta foi maior que nas áreas onde foi usada a adubação mineral.

Assim também em outros trabalhos observou-se incremento na produtividade de culturas como o milho, a soja, o algodão e pastagens (WOOD et al., 1996; ADELI et al., 2005; MITCHELL e Tu, 2005; SISTANI et al., 2004) com aplicação de cama de aviários.



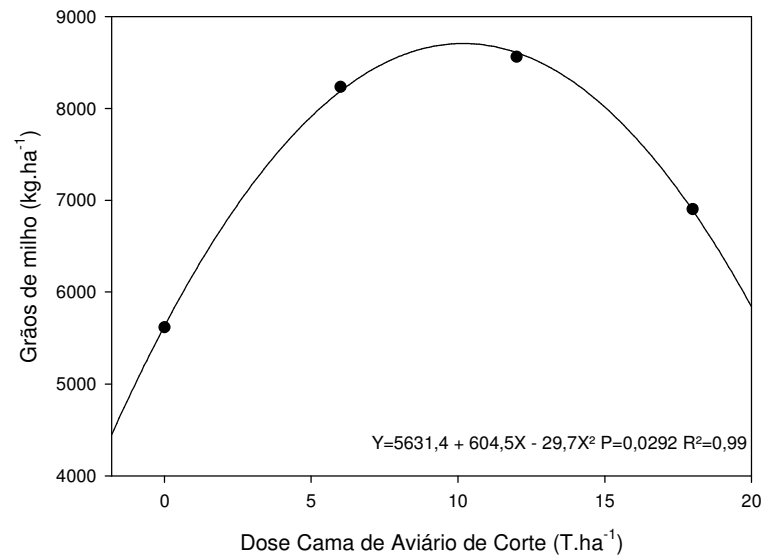
**Figura 2** – Produção de forragem de aveia preta cv. IAPAR 61 cultivada sob crescentes doses de cama de aviário de frango de corte e de frango de postura, comparada a adubação mineral.

Dranski et al. (2008) que trabalharam com resíduos de animais (bovinos, suínos e aves) e fertilizante mineral na cultura de aveia preta, e verificaram aumento na produção de massa seca nas adubações realizadas com

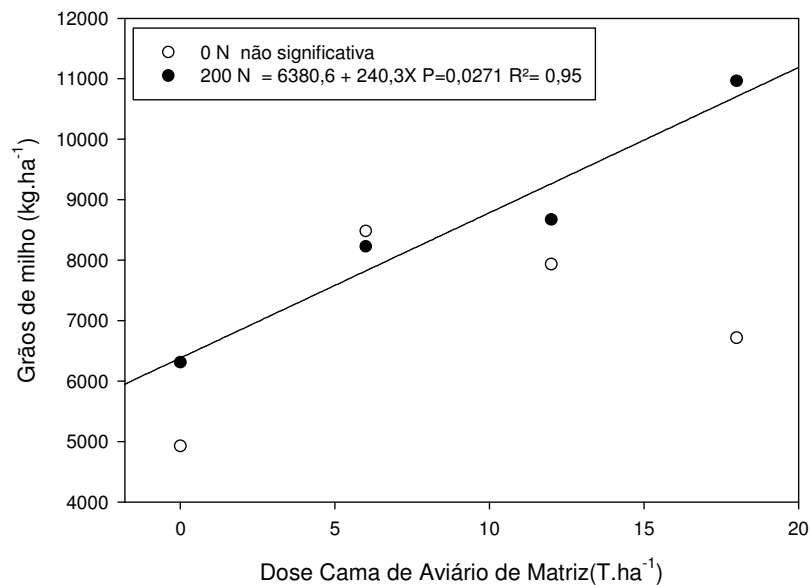
fertilizante mineral e cama de aviário superior aos outros tratamentos, mas a taxa de crescimento relativo foi semelhante e não foi influenciada pelos diferentes tipos de adubações.

Foi encontrado uma produção de grãos de milho com adubação de cama de aviário de frango de corte na dosagem de  $13 \text{ t ha}^{-1}$ , apresentando uma média de produção de  $8432,41 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 3), enquanto que para a mesma dosagem de cama de matrizes a média foi de  $8562,5 \text{ kg ha}^{-1}$  como demonstrado na Figura 4. Porém, para cama de matrizes a dosagem que apresentou maior produção de grãos foi a de  $19,5 \text{ t ha}^{-1}$ . Isso pode ser devido ao efeito residual da cama de aviário, que no caso da cama de frango, apresentou a taxa de decomposição mais rápida que a cama de matrizes.

As menores produções de grãos de milho foram nas dosagens de 0 e de  $19,5 \text{ t ha}^{-1}$  para os dois tipos de camas, sendo que para a cama de frango de corte as produções de grãos de milho foram  $5616,2$  e  $7872,22 \text{ kg.ha}^{-1}$  respectivamente e para cama de matrizes as produções de grãos de milho foram  $5616,2$  e  $6904,17 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente, no entanto para a cama de matrizes a dose de  $19 \text{ t.ha}^{-1}$  juntamente com a adubação nitrogenada de cobertura foi a que apresentou a maior produção de milho, com média de  $10024,2 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Edwards & Daniel, (1992), verificaram que grande parte dos nutrientes da cama de aviário encontram-se na forma de compostos orgânicos e necessitam ser mineralizados, para se tornarem disponíveis às plantas. Assim, grande parte do P e N não é imediatamente disponível para as plantas. Deste modo, quando altos níveis de fertilizantes orgânicos são aplicados ( $10$  a  $15 \text{ t.ha}^{-1}$ ), estes tendem a disponibilizar os nutrientes de forma gradual ao solo, até certo ponto ( $13 \text{ t.ha}^{-1}$ ) e depois caem essas concentrações.



**Figura 3.** Produção de Grãos de milho (Kg.ha<sup>-1</sup>) com diferentes doses (t. ha<sup>-1</sup>) de adubação de cama de aviário de frango de corte.

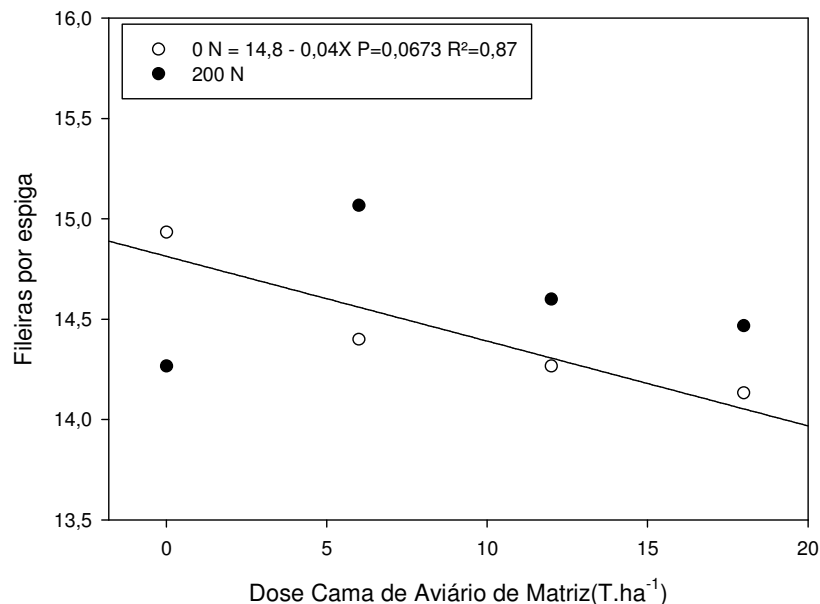


**Figura 4.** Produção de Grãos de milho (kg.ha<sup>-1</sup>) com diferentes doses (t. ha<sup>-1</sup>) de adubação de cama de aviário de matrizes de frangos de corte.

Além da produção de grãos de milho foi analisado o número de fileiras por espigas, que apresentou uma maior produção com dosagem de 6,5 t.ha<sup>-1</sup> com a adubação de cama de matrizes com média de produção de 15,2 fileiras por espiga como mostra a Figura 5, considerando-se a adubação nitrogenada (200 kg.ha<sup>-1</sup> N).



No entanto sem adubação nitrogenada ( $0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ ) o número de fileiras por espigas foi maior. Isso pode ser devido à importância da relação C/N. Myers et al., (1994) verificaram que a decomposição de resíduos com a concentração de nitrogênio inferior a 2% ou com uma relação C/N maior que 25, conduz inicialmente a uma imobilização de nitrogênio mineral, enquanto materiais com concentração de nitrogênio superiores a 2% ou com relação C/N menor que 25, liberam o nitrogênio mineral. De fato, é conhecido que a concentração de nitrogênio e relação C/N são os principais fatores que determinam a velocidade com que os resíduos das plantas e dos esterços são mineralizados e os nutrientes liberados ao solo.



**Figura 5.** produção de fileiras por espiga de milho com diferentes dosagens de cama de aviário de matrizes.

Em anos nos quais as condições climáticas são favoráveis à cultura, a quantidade de N requerida via adubação para otimizar a produtividade de grãos, pode alcançar valores superiores a  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ . Estima-se que a necessidade de N para produção de uma tonelada de grãos varie entre 20 a  $28 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (CANTARELLA, 1993).

A disponibilidade de N no solo e, portanto, a resposta à adubação nitrogenada pela cultura do milho, em sucessão à aveia preta, depende dos processos microbianos de imobilização e mineralização ocorrentes durante a decomposição dos resíduos culturais (ADAMI, 2011).

Além dos benefícios que a cama de aviário traz ao fornecer nutrientes para a produção vegetal, as moléculas de carbono (C) presentes nos materiais estruturais da cama podem construir reservas de matéria orgânica no solo, trazendo outros benefícios para a produção agrícola, como aumento na capacidade de retenção e infiltração da água e conteúdo de água no solo, maior capacidade de troca catiônica e estabilidade estrutural. Kingery et al. (1993) demonstraram que aplicações de cama de aviário promovem um aumento no C orgânico e N total em profundidades de 15 e 30 centímetros, respectivamente.

A decisão pelo uso ou não da cama em relação à adubação mineral depende da sua concentração química e teor de macronutrientes. O valor da cama de aviário é normalmente determinada por comparação com fertilizante comercial, considerando os valores N, P e K. Entretanto, é importante considerar que a cama de aviário contém também cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), micronutrientes e matéria orgânica que adicionam outros valores em relação ao fertilizante mineral.

Contudo, ao aplicar cama de aviário 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.

## CONCLUSÃO

A velocidade de decomposição de cama de aviário de frango de corte é mais acelerada que os resíduos de cama de aviários de produção de matrizes. Com 30 dias de incubação cerca de 45% do resíduo de aviários de frango de corte se decompôs, enquanto para o outro resíduo apenas 25% nesse mesmo tempo de incubação.

A produção de forragem de aveia *Avena strigosa* foi maior quando usada cama de aviário de frango de corte se comparado a cama de aviário de postura, superando a produção de forragem obtida com adubação mineral nas doses acima de  $6,5 \text{ t ha}^{-1}$  de cama e com máxima produção na dose de  $13 \text{ t ha}^{-1}$  de cama.

A produção de grãos de milho com efeito residual foi maior com as dosagens de  $13 \text{ t ha}^{-1}$  para adubação com cama aviária de frango de corte e de  $19,5 \text{ t ha}^{-1}$  para

cama de matrizes. Já em relação a produção de fileiras por espigas a dosagem de 6,5 t.ha<sup>-1</sup> com a adubação de cama de matrizes apresentou maior produção.

## REFERÊNCIAS

- ADAMI, P.F. **Intensidade de pastejo e níveis de cama de aviário em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2012. 111 f. Tese Doutorado em Agronomia – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba – PR, 2012.
- ADELI, A.; SISTANI, K. R.; ROWE, D. E.; Effects of Broiler Litter on Soybean Production and Soil Nitrogen and Phosphorus Concentrations. **Agronomy Journal**, v.97, p.314–321, 2005.
- ANGHINONI, I.; ASSMANN, J.M.; MARTINS, A.P.; et al. Ciclagem de nutrientes em integração lavoura-pecuária. In: III Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. **Synergismus scyentifica**. UTFPR, Pato Branco, v.6, n.2, 2011.
- ASSMANN, T.S.; RONZELLI, P.J.; MORAES, A.; ASSMANN, A.L.; et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.675-683, 2003.
- ADELI, A.; SHANKLE, M.W.; TEWOLDE, H.; Nutrient Dynamics from Broiler Litter Applied to No-Till Cotton in an Upland Soil. **Agronomy Journal**, v.100, p.564-570, 2008.
- ALMEIDA, D.L.; MAZUR, N.P.; PEREIRA, N.C. Efeitos de composto de resíduos urbanos em cultura do pimentão no município de Teresópolis-RJ. **Resumos**. Congresso Brasileiro de Olericultura, 22, Vitória: SOB/SEAG-ES, 1982 p. 322.
- ANTARELLA, H. **Calagem e adubação do milho. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Informações Agrônomicas, Piracicaba, p. 147-198, 1993.
- CASTELLANOS, J.Z. & PRATT, P.F. Mineralization of manure nitrogen - Correlation with laboratory indexes. **Soil. Science. Sociology American Journal**, v.,45, p.354-357, 1981.
- CROWDER, L. V.; LOTERO, J.; FRANSEN, J.; et al. Oats forage production in cool tropics as represented by Colombia. **Agronomy Journal**, v. 59, n.1, p.80-2, 1967.
- DA ROS, A. O.; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.1, p.135-140, 1996.
- DERPSCH, R. E CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina, IAPAR, 1992, 80p.
- DOUGLAS, B.F. & MAGDOFF, F.R. An evaluation of nitrogen mineralization induces for organic residues. **Journal Environmental Quality**, v.20, p.368-372, 1991.
- DRANSKI, J.A.L.; STEINER, F.; CZYCZA, R.V.; et al. Crescimento e produção de massa seca da aveia preta adubada com resíduos orgânico e fertilizante mineral. **FertBio**, Londrina, p.15-19, 2008.

- EDWARDS, D.R. & DANIEL, T.C. Environmental impacts of farm poultry waste disposal – **A review. Biores. Technology**, v.41, p.9-33, 1992.
- FRIEND, A.L.; ROBERTS, S.D.; SCHOENHOLTZ, S.H.; et al. Poultry litter application to Loblolly pine forests: Growth and nutrient containment., **Journal Environmental Quality**, v.35, p.837-848, 2006.
- GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; HÜBNER, A.P.; et al. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1097-1104, 2003.
- GOENAGA, R. Accumulation and partitioning of dry matter in taro (*Colocasia esculenta* L.). **Annals of Botany**, v.76, p.337-341, 1995.
- GORDILLO, R.M. & CABRERA, M.L. Waste management. Mineralizable nitrogen in broiler litter: I. Effect of selected litter chemical characteristics. **Journal Environmental Quality**, v.26, p.1672-1679, 1997.
- JACOBS, B.C.; CLARKE, J. Accumulation and partitioning of dry matter and nitrogen in traditional and improved cultivars of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) under varying nitrogen supply. **Field Crops Research**, v.31, p.317-328, 1993.
- HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. & SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. In: CADISCH, G. & GILLER, K.E., ed. Driven by nature: Plant litter quality and decomposition. Wallingford, **UK. CAB International**, p.3-30, 1997.
- HEINRICH, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; 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, p.331-340, 2001.
- KINGERY, W.L.; WOOD, C.W.; DELANEY, D.P.; et al. Implications of long-term land application of poultry litter on tall fescue pastures. **Journal of Production Agriculture**, v.6, n.3, p.390-395, 1993.
- KINGERY, W.L.; WOOD, C.W.; DELANEY, D.P.; et al. Impact of long-term land application of broiler litter on environmentally related soil properties. **Journal Environmental Quality**, v.23, p.139-147, 1994.
- KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P.M. Taxa de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, n.1, p.21-28, 2006.
- LUPWAYI, N.Z.; CLAYTON, G.W.; O'DONOVAN, J.T.; et al. Phosphorus release during decomposition of crop residues under conventional and zero tillage. **Soil. Technology Research**, v.95, p.231-239, 2007.
- MERRINGTON, G.; WINDER, L.; GREEN, I. The bioavailability of Cd and Zn from soils amended with sewage sludge to winter wheat and subsequently to the grain aphid *Sitobion avenae*. **Science Total Environmental**. v.205, p.245-254. 1997.
- McGRATH, S.; MAGUIRE, R.O.; TACY, B.F.; KIKE, J.H. Improving soil nutrition with poultry litter application in low input forage systems. **Agronomy Journal**. v.102, p.48-54, 2009.

MITCHELL, C. C.; TU, S. Long-Term Evaluation of Poultry Litter as a Source of Nitrogen for Cotton and Corn. **Agronomy Journal**, v.97, p.399-407. 2005.

NYAKATAWA, E.Z.; REDDY, K.C & BROWN, G.F. Residual effect of poultry litter applied to cotton in conservation tillage systems on succeeding rye and corn. **Field Crops Reserch**, v.71, p.159-171, 2001.

OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; Desempenho de taro em função de doses de cama de aviário, sob sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.149-153, 2008.

REEVES, D. W. Cover crops and rotations. In: HATFIELD, J. L.; STEWART, B. A. (Ed.). Crop residues management. **Advances in Soil Science**, p.125-172, 1994.

SCHINDLER, D.W. Factors regulating phytoplankton production and standing crop in the world's freshwaters. **Limnology Ocean**. v.23, p.486-478, 1978.

SINGH, Y.; GUPTA, R.K.; THIND, H.S.; Poultry litter as a nitrogen and phosphorus source for the rice–wheat cropping system. **Biology Fertilizacion Soils**, v.45, p.701-710, 2009.

SISTANI, K. R., BRINK, G. E.; ADELI, A.; et al. Year-Round Soil Nutrient Dynamics from Broiler Litter Application to Three Bermudagrass Cultivars. **Agronomy Journal**, v.96, p.525-530, 2004.

STRAUS, E. L.; MENEZES L. V. T. Minimização de Resíduos, Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 17, Natal, 1993, **Anais...** Rio de Janeiro, ABES. 1993, v.2: p.212 - 225, 1993.

TEIXEIRA, L.A.J.; TESTA, V.M.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.249-254, 1994.

WOOD, B. H.; WOOD, C. W.; YOOQ, K. H.; et al. Nutrient accumulation and Nitrate leaching under broiler litter amended corn fields. Communication **Soil Science and Plant Analysis**. v.27, p.2875–2894, 1996.

ZARATE, N.A.H; VIEIRA, M.C; ROSA JUNIOR, G. Formas de adição de cama-de-frango de corte semidecomposta para a produção de taro. **Horticultura Brasileira**, v.18, p. 521-523, 2000.

ZHANG, H. Animal Manure Can Raise Soil pH. Production **technology, Department of Plant and Soil Sciences**. v.10. no 7, 1998.

ZHANG, F.S.; YAMASAKI, S.; KIMURA, K. Waste ashes for use in agricultural production: I. Liming effect, contents of plant nutrients and chemical characteristics of some metals. **The Science of the Total Environment**, n.284, p.215-225, 2002.

## ANEXO A

**CONTROLE DE QUANTIDADE E DESTINO DE CAMA DE AVIÁRIOS**

ORIGEM	REGIÃO	VOLUME (Qtde TON/Aviário)	DESTINO	Observações
			( ) Venda ( ) Lavoura ( ) Outros	
			( ) Venda ( ) Lavoura ( ) Outros	
			( ) Venda ( ) Lavoura ( ) Outros	
			( ) Venda ( ) Lavoura ( ) Outros	
			( ) Venda ( ) Lavoura ( ) Outros	

## ANEXO B

35 m  
BLOCO 1

				7 m	7 m
T1	T4	T8	T10	T5	
T6	T7	T2	T9	T3	

35 m  
BLOCO 2

				7 m
T10	T3	T1	T9	T6
T2	T7	T5	T8	T4

35 m  
BLOCO 3

				7 m
T8	T6	T9	T4	T3
T5	T10	T2	T7	T1