

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

SUELEN MARIA EINSFELD

**VELOCIDADE DA DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA SECA E
LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DE CAMA DE AVIÁRIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2014

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

SUELEN MARIA EINSFELD

**VELOCIDADE DA DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA SECA E
LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DE CAMA DE AVIÁRIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2014

SUELEN MARIA EINSFELD

**VELOCIDADE DA DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE
NUTRIENTES DA CAMA DE AVIÁRIO NO CULTIVO DO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado ao curso de bacharelado em zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná câmpus Dois Vizinhos como requisito parcial para obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor

DOIS VIZINHOS
2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Gerência de Ensino e Pesquisa
Curso de Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO

TCC

**VELOCIDADE DA DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA SECA E
LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA CAMA DE AVIÁRIO**

Autor: Suelen Maria Einsfeld

Orientador: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADA: em de agosto de 2014.

Prof. Dr. Paulo Fernando Adami

Mestrando Lucas Ghedin Ghizzi

Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor
(Orientador)

Dedico este trabalho inteiramente a Deus.

Ao meu pai Alirio Einsfeld e á minha mãe Sirlei Maria Baldissera Einsfeld, ao meu irmão Sulívan Alirio Einsfeld, que são para mim a base de tudo, por serem pessoas confiáveis e honestas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder saúde, força, levando-me a superar obstáculos e a alcançar meus objetivos.

À minha família que sempre me apoiou de forma incondicional. Ao meu pai, Alirio Einsfeld, a minha mãe Sirlei Maria Baldissera Einsfeld, por serem exemplos de ser humano, pelo carinho e esforço, para permitir sempre o melhor para a minha educação e ao meu irmão Sulívan Alirio Einsfeld, pessoa incentivadora das minhas escolhas. Compartilho com vocês a minha alegria e esta conquista. A vocês meu eterno reconhecimento, carinho, amor e respeito.

Ao meu namorado Ronaldo Luís Alberton, por seu amor, apoio, carinho, confiança, palavras de incentivo, compreensão, ajuda, dedicação, cuidado e zelo para comigo.

Ao professor Dr. Laercio Ricardo Sartor por me aceitar como orientada, pela confiança, ajuda, incentivo, ensinamento e pelo seu exemplo de profissionalismo e dedicação.

Ao meu tio Laurindo Coloda pelas suas palavras simples de incentivo, “tem que estudar menina”.

E de modo geral agradeço aos amigos, companheiros e colegas que de uma forma ou de outra, contribuíram para que eu chegasse até aqui.

“A persistência é o maior caminho do êxito”.
(Charles Chaplin)

“Quem quiser ser líder deve ser primeiro servidor. Se você quiser liderar, deve servir.”
Jesus Cristo

“O verdadeiro heroísmo consiste em persistir por mais um momento quando tudo parece perdido”
Autor desconhecido

"A vontade de Deus nunca irá levá-lo onde a graça de Deus não possa protegê-lo"
Jesus Cristo

EINSFELD, Suelen Maria de. Velocidade da decomposição da matéria seca e liberação de nutrientes da cama de aviário. Trabalho (conclusão de curso) – Programa de graduação em Bacharelado em zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

RESUMO

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. O presente trabalho tem com objetivo avaliar a velocidade da decomposição e a liberação de nutrientes da cama de aviário, de frango de corte, no cultivo do milho submetido a crescentes doses desse adubo orgânico. O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. Neste local foi semeado o milho, manualmente, no espaçamento entre linhas de 90 cm e uma população de 70.000 plantas ha⁻¹. A adubação foi com cama de aviário de frango de corte. Com isso, as amostras compostas de cama de aviário foram coletadas no dia da adubação no milho para serem incubadas a campo em sacos de voal, malha 1 mm com um tamanho de 400cm², os chamados litter bags. Nos litter bags foi acondicionado a quantidade de cama de frango proporcional a dose do adubo orgânico usada em hectares, sendo 0; 6; 12; 18 t ha⁻¹, ou seja, para dose 6 t ha⁻¹ será incubado 24 g de cama de frango em cada litter bag, para a dose 12 t ha⁻¹ 48 g de cama de frango, e para a dose 18 t ha⁻¹ 72 g de cama de frango, com base em matéria seca. A avaliação da decomposição da matéria seca e da liberação de nutrientes da cama será feita ao longo do tempo, com coletas ao 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 dias após incubação a campo durante o cultivo do milho. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com três tratamentos cada uma com três repetições. Sendo assim o teor de matéria seca e do nitrogênio remanescente diminui à medida que o número de dias de incubação da cama de aviário de frango de corte vai aumentando. O nível de potássio diminuiu rapidamente em 15 dias e depois permanece constante até o final do período de avaliação, indeferindo da dosagem incubada. A quantidade de nitrogênio liberado pelo tratamento com 6 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte durante o cultivo do milho, não é suficiente para atender as exigências da cultura do milho, mas ao mesmo tempo é suficiente para suprir as exigências de P e K.

Palavra chave: Adubação orgânica, ciclagem de nutrientes, sacos de decomposição

Einsfeld, Suelen Maria. Speed of breakdown of dry matter and nutrient release of bed of avian. Work (course completion) - Program Graduate Degree in animal husbandry, Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

ABSTRACT

The agricultural use of poultry litter permits, as well as an environmentally friendly way to dispose of these wastes, fertilizing the soil with an important source of nutrients, to maintain or restore their fertility. The present work is to evaluate the rate of decomposition and release of nutrients from poultry litter, broiler, the cultivation of maize subjected to increasing doses of this organic fertilizer. The work was conducted in the experimental area of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. This site was sown corn manually, row spacing of 90 cm and a population of 70,000 plants ha⁻¹. Fertilization was with poultry litter broiler. Thus, the composite samples of manure were collected on the day of fertilization in maize to be incubated in the field of voile bags, 1 mm mesh with a size of 400cm², called litter bags. In litter bags was placed the amount of poultry litter proportional to the dose of organic fertilizer used in hectares, being 0; 6; 12; 18 t ha⁻¹, ie, dose to 6 t ha⁻¹ is incubated 24 g of poultry litter in each litter bag for the dose 12 t ha⁻¹ 48 g of poultry litter, and the dose to 18 t 72 g ha⁻¹ of poultry litter, based on dry matter. Assessment of dry matter decomposition and nutrient release from bed will be made over time, with collections to 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 days after hatching the field during the cultivation of corn. The experimental design was randomized blocks with three treatments each with three replicates. Thus the dry matter content and the remaining nitrogen decreases as the number of days of incubation of poultry litter from broiler increases. The potassium level decreased rapidly in 15 days and then remains constant until the end of the evaluation period, rejecting the dosage incubated. The amount of nitrogen released by treatment with 6 t ha⁻¹ of manure broiler for maize cultivation is not enough to meet the demands of the corn crop, but at the same time is enough to meet the requirements of P and K.

Keyword: Organic fertilization, nutrient cycling, litter bag.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REVISÃO DE LITERATURA	11
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
7 RESUSTADOS E DISCUSSÕES	18
CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas utilizadas para a produção de grãos no período do verão, e se destaca por ser um dos grãos mais produzidos no Brasil, com participação de 38,1% na produção brasileira de grãos, sendo o Paraná responsável por 24,6% da produção nacional de milho (Conab - Companhia Nacional de Abastecimento, 2013). Esta participação, é basicamente em função das inúmeras aplicações deste cereal dentro da propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal, na forma de grãos inteiros ou moídos, forragem verde ou conservada (silagem), e na alimentação humana na forma de derivados ou in natura.

Sendo assim, em meios os diversos fatores responsáveis pelo sucesso produtivo do milho, destaca-se a adubação e melhoramento genético da cultura. Neste contexto, a utilização de resíduos orgânicos de aviários de frango de corte ou “cama de aviário” como popularmente conhecido, apresenta-se como uma excelente opção, pois promovem melhoria na produção vegetal e animal via introdução e aumento na disponibilidade de nutrientes no solo (ADAMI, 2012). Diante disto, percebe-se que a adubação orgânica, é uma prática muito comum na condução de lavouras (FERREIRA, et al. 2013).

Com a intensificação dos sistemas de produção animal, a avicultura de corte, assim como outras atividades agropecuárias, gera uma grande quantidade de resíduos que pode ser utilizada como fonte de nutrientes. A cama de aviário é rica em nutrientes, e quando manejada adequadamente, os nutrientes presente, pode suprir parcial ou totalmente a necessidade da cultura do milho, substituindo também de forma parcial ou total o fertilizante mineral. Além de proporcionar inúmeros benefícios que melhoram os atributos físicos do solo, aumentam a capacidade de retenção de água, reduz à erosão, melhora a aeração e cria um ambiente mais adequado para o desenvolvimento da flora microbiana do solo (BLUM et al., 2003)

Apesar de tantas vantagens, é comum se ter significativas perdas de nitrogênio durante o processo de mineralização do material, isso se da em função do desequilíbrio existente na relação C/N do material que, na maioria das vezes, é perdida por volatilização, na forma de amônia (ORRICO JÚNIOR, 2004).

A adubação nitrogenada a ser aplicada, deve satisfazer o requerimento da cultura, no entanto, quando a fonte de nitrogênio for oriunda de uma fonte orgânica como cama de aviário, o resultado não será imediato, em função de que a maior parte deste nitrogênio precisa ser mineralizado para se tornar disponível as plantas (ADAMI, 2012).

A concentração de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K) e os demais macronutrientes e micronutrientes encontrados na cama de aviário dependem do número de

lotes de aves confinadas sob o substrato (AVILA, 2007). 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 (ADAMI, 2012).

Portanto, fazem-se necessários estudos que identifiquem a velocidade de decomposição e liberação de nutrientes da cama de aviário, bem como quantificar os nutrientes liberados desse resíduo orgânico quando aplicado em diferentes doses na cultura do milho. Com isso, poderá ser atribuída uma referência da quantidade de nutrientes que o resíduo orgânico libera para a cultura do milho, determinando assim se a cama de aviário pode suprir as necessidades nutricionais do milho.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a decomposição da matéria seca e liberação de nutrientes da cama de aviário de frango de corte aplicada em diferentes doses durante o cultivo do milho.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a velocidade de decomposição da cama de aviário de frango de corte aplicado no milho em diferentes doses.

Quantificar no tempo a liberação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da cama de aviário de frango de corte aplicado em doses crescentes na semeadura do milho.

Determinar o tempo de meia vida da cama de aviário de frango de corte quando aplicado em crescentes doses.

Determinar a fração mais recalcitrante e mais facilmente decomponível da cama de aviário de frango de corte.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O milho (*Zea mays*) é uma gramínea de ciclo anual, pertence à família Poaceae, considerado um cereal energético, rico em carboidratos, é cultivado principalmente com o intuito de atender ao consumo humano, a demanda das indústrias de rações para animais e a produção de biocombustível como o etanol, principalmente nos Estados Unidos, em virtude de possuir características de capacidade produtiva (MAGALHÃES, et al. 2002).

Por essa razão, a produção deste cereal é importante na balança comercial de muitos países e atualmente é o grão mais produzido no Brasil, sendo responsável por 38,1% de todos os grãos produzidos, seguido pelo trigo 29,1%, e arroz 20,8% (Conab, 2013).

O aumento da produtividade dos grãos depende do solo, disponibilidade de água, controle de doenças, pragas, plantas invasoras, do cultivar escolhido e de outros fatores nos quais as deficiências nutricionais se destacam (FAGERIA, 1998). A adubação é reconhecidamente o fator que mais afeta a produtividade e a sustentabilidade da atividade, de modo que o consumo de adubo pela cultura do milho no Brasil tem crescido nos últimos anos (ARAUJO, 2011). Sobretudo o nitrogênio (N), nutriente com grande influência principalmente na produtividade de grãos. Para Pavinato et al. (2008) uma melhor produtividade de grãos é necessário maiores doses de N, fazendo com que o custo do fertilizante seja, em muitos casos, fator limitante à potencialização da produtividade da cultura.

O N é um nutriente essencial para basicamente todas as culturas. No milho, ele desempenha papel importante no acúmulo de proteína e na produtividade de grãos, sendo que, sua disponibilidade no solo para as plantas é controlada basicamente pela decomposição da matéria orgânica e por adubações nitrogenadas, quando utilizado em culturas com baixa relação C/N na matéria seca, em rotação, a decomposição e a mineralização é mais rápida e a ciclagem do N ocorre em curto espaço de tempo (PAVINATO et al.2008).

Dentre os nutrientes presentes nos fertilizantes, o fósforo se constitui um dos mais limitantes para as culturas agrícolas, especialmente em solos tropicais, pois apresentam baixo teor de fósforo disponível e predominância de acidez (ARAUJO, 2011). O fósforo é um mineral encontrado em altas quantidades nas excretas das aves, no entanto deve-se tomar cuidado com a aplicação contínua como adubação, pois pode saturar a capacidade do solo e plantas de utilizar este nutriente, o que acarreta na contaminação do lençol freático (OVIEDO-RONDÓN 2008).

O potássio é o mineral, encontrado em maior quantidade no tecido vegetal da grande maioria das espécies vegetais e, por apresentar-se predominantemente na forma iônica K^+ no tecido, seu retorno ao solo é muito rápido, ocorre logo após a senescência das plantas. Com isso a maior parte deste mineral é ciclado, no entanto do deve-se considerar que em solos com presença de matéria orgânica, terá um maior acúmulo de K nas camadas superficiais, em função de que terá perdas menos expressivas por lixiviação (PAVINATO, 2004).

A elevação do custo dos fertilizantes químicos e a elevação da poluição ambiental faz com que os resíduos orgânicos da agricultura tornam-se uma opção atrativa e alternativa, do ponto de vista econômico, em função da ciclagem de nutrientes. Entretanto esse fator gera um aumento na demanda de informações com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica e econômica para a disposição de alguns desses resíduos em solos agrícolas (SANTOS et al. 2011). Neste sentido, vale lembrar que as fontes mais comuns de adubo orgânico são representadas pelos adubos verdes, resíduos de culturas, esterco animais, compostos e outros.

De acordo com o MAPA, a avicultura brasileira tem apresentado altos índices de crescimento principalmente nas últimas três décadas, com isso o frango conquistou os mais exigentes mercados. O País se tornou o terceiro produtor mundial e líder em exportação. A carne de frango se destaca na região Sul, sendo os estados do Paraná e Rio Grande do Sul os principais fornecedores. Segundo os indicadores da IBGE (instituto Brasileiro de geografia e estatística) divulgado em setembro de 2013, mostram que o Paraná está em primeiro lugar no ranking, em abate de frangos, sendo abatido quase 400 milhões de cabeça.

Neste contexto, associado ao rápido e concentrado crescimento da indústria avícola, está à produção de resíduos (ADAMI, 2012). No qual podem ser utilizados como fertilizantes no solo, devido à alta concentração de nutrientes, promovendo assim, um maior desenvolvimento das culturas, e maior produção de grãos, principalmente quando utilizado como fertilizante no cultivo do milho.

As aves eliminam a urina junto de suas fezes, por isso seu esterco possui uma maior concentração de N em relação a bovinos e suínos. O esterco procedente de aves de criação intensiva, ou seja, de aviários, possui maior quantidade de nutrientes, com destaque para o N, fósforo (P) e K, mas rico em celulose, devido ao material que é usado para o revestimento do piso do aviário (PEREIRA et al. 2013).

Com isso, sua decomposição torna-se mais lenta, com liberação, no decorrer do tempo de parte dos nutrientes. Os benefícios do esterco de aves assemelham-se aos da ureia, devido à rápida resposta que se dá normalmente, em função dos altos teores de nutrientes (SOUZA, 2007).

A cama-de-frango é uma mistura de substrato de alto poder absorvente de umidade, utilizada na forração dos pisos dos galpões, de fezes, de penas e restos de ração. Está é produzida após vários ciclos de produção de frangos, sendo assim os principais produtos utilizados para a forração dos pisos das instalações avícolas são: resíduos de beneficiamento industrial da madeira, sabugo de milho triturado, casca de arroz, palhada de culturas em geral, fenos de gramíneas e casca de amendoim, (HAHN, 2004). A escolha desse substrato é de acordo com o custo, poder de absorção e disponibilidade do mesmo na região da propriedade produtora de resíduos.

Em casos, de utilização da cama de aviário como fertilizante, faz-se necessário, a verificação da análise do solo, para um melhor embasamento da quantidade de fertilizante a ser aplicado, além do mais, este tipo de adubação, pode resultar em efeitos residuais, que possivelmente implicara em uma redução nas taxas de aplicação no ano seguinte a aplicações.

A cama de aviário quando retirada da instalação pode ser aplicada diretamente no solo ou, ser armazenada temporariamente. No entanto, quando armazenada em locais que não sofrem influência das condições climáticas antes da aplicação no solo, permitirá uma maior flexibilidade na época de aplicação e uma conseqüente sincronização entre a liberação de nutrientes da cama com a necessidade da planta, o que diminui o risco de contaminação do meio ambiente, caso contrário, se deixada a campo em montes a céu aberto, expostos a sol e chuva, muitas vezes por meses antes de serem aplicados a campo, resulta em grande perda de qualidade devido à volatilização da amônia, além de dificultar o processo de aplicação da mesma (ADAMI 2012).

O esterco de aves é considerado um fertilizante orgânico rico em nutrientes, que quando manejado de forma incorreta pode tornar-se prejudicial ao ambiente, em estudos Oviedo-Rondón (2008) aponta que, a cama de aviário quando aplicada no solo de forma continua pode vir a causar conseqüências ambientais negativas, pois, a amônia e o nitrato são as duas formas minerais de nitrogênio mais comuns nos resíduos avícolas. O íon amônio (NH_3^+) é a forma dominante de nitrogênio na cama de aviário, o qual é convertido em amônia (NH_4^+) com a elevação do pH e sob condições de umidade (OVIEDO-RONDÓN 2008).

Contudo, Canellas et al. (2003), realizou estudos que mostram que adições de resíduos orgânicos podem reduzir a erosão do solo, resultar no incremento do teor de matéria orgânica, alterando os atributos físicos do solo, como agregação de partículas. Segundo Pereira et al. (2013) a matéria orgânica mantém a umidade e a temperatura equilibrada, diminuindo gastos desnecessários de energia pela planta sob altas temperaturas. De acordo Silva et al. (2012) esterco de animais e outros compostos orgânicos possuem elevadas

concentrações de elementos minerais como: NPK, que funcionam como fonte de nutrientes e ajudam na relação solo-planta .

Além disso, uso agrícola de resíduos tem sido recomendado em virtude de proporcionar benefícios agrônômicos, como elevação do pH do solo, Silva et al. (2001), redução da acidez potencial e aumento na disponibilidade de macronutrientes (VIEIRA & CARDOSO, 2003). Entretanto as recomendações sobre as taxas de aplicação de esterco devem ser de acordo com os tipos de solos e topografia dos locais de aplicação.

A matéria orgânica é considerada para os solos tropicais, como um dos principais componentes responsáveis pela manutenção da sua qualidade e, conseqüentemente, da fertilidade (PEREIRA et al. 2013). Entre a variedade de fatores que contribuem para o aumento da produtividade das culturas a disponibilidade de N é um dos mais importantes, pois se trata de um nutriente absorvido em maiores quantidades pela maioria das culturas (MARIN et al. 2007). Em geral, a adubação orgânica ajuda na diminuição do efeito da compactação, além de proporcionar a melhora em algumas características físicas do solo, promover o enriquecimento de macronutrientes para as culturas e aumentar a atividade microbiana do solo (RODRIGUES et al. 2011).

Resíduos de origem animal ou vegetal exercem, quando fornecidos em dose adequada, efeitos positivos sobre o rendimento das culturas devido principalmente o complexo de nutrientes nela contidos. Além do mais, estudos realizados por (Rodrigues et al. 2011), mostram que há um efeito significativo, para o acúmulo de matéria seca em resposta à adubação com matéria orgânica. Diante deste contexto, é possível perceber que uma das principais reservas de N no solo é a matéria orgânica com grande significado para o suprimento do nutriente para a cultura do milho, pelo fato, de que N orgânico é mineralizado pela ação das bactérias nitrificantes e convertido em amônio ou nitrato.

De acordo com Branco et al. (2001), em solos com presença de matéria orgânica, os fosfatos insolúveis, tendem a tornar-se disponíveis, provavelmente pela atividade microbiana saprofítica possibilitada pela existência de alimento orgânico, ou seja: havendo excesso de nutriente orgânico, os microrganismos decompositores recorrem a estratégias particulares para liberação dos fatores que se tornam limitantes, com isso, o carbono orgânico presente fornece energia necessária à disponibilização do fósforo, permitindo assim, o prosseguimento do ciclo nutricional que, de outra forma, seria interrompido.

Pesquisas realizadas por Adeli et al. 2008 mostram que a cama de aviário, quando disponível a superfície do solo em sistemas de plantio direto, pode aumentar os níveis de carbono orgânico ao diminuir as emissões de CO₂ para a atmosfera. No entanto, 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).

A decomposição dos materiais vegetais e dos dejetos dos animais depende das características do material orgânico, da atividade microbiana, dos microrganismos do solo e do teor de matéria orgânica, além de estar relacionada a fatores intrínsecos ao material como a composição dos tecidos e a fatores ambientais tais como a chuva e temperatura (HAHN, 2004).

De acordo com Kliemann et al. (2006), a velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo, ou seja, quanto mais rápida for a sua decomposição, maior será a velocidade de liberação dos nutrientes, mas, menor será a sua proteção ao solo. Por outro lado, quanto mais altos forem os conteúdos de lignina e a relação C/N nos resíduos, maior o tempo necessário para a decomposição KLIEMANN et al. 2006.

Para Matos et al. 1998 o tempo necessário para promover a compostagem de resíduos orgânicos depende da relação C/N, do teor de nitrogênio da matéria-prima, das dimensões das partículas, da aeração do solo e da frequência dos revolvimentos.

Entre os elementos que constituem o material orgânico, a relação C/N dos resíduos adicionados ao solo assume importante papel na decomposição e na relação entre mineralização e imobilização de N a solução do solo. Neste sentido, é aceitável, que quando os tecidos possuem alta relação C/N, inicialmente há um consumo do nitrato (NO^{-3}) existente no solo, que é incorporado ao protoplasma dos microrganismos e a matéria orgânica perde carbono, sendo este convertido a CO_2 , resultando numa imobilização líquida do NO^{-3} do solo (ADAMI, 2012).

O conhecimento da dinâmica de liberação dos nutrientes é fundamental para que se possa compatibilizar a máxima persistência dos resíduos culturais na superfície do solo, e protege-lo contra efeitos erosivos. Em função disto, nos últimos anos, conceitos relacionados à produção agrícola e que usam como base a conservação do solo, diversificação de culturas, reciclagem de nutrientes, uso sistemático de adubos orgânicos e outras práticas alternativas, têm sido desenvolvidos na tentativa de equilibrar a produtividade com a conservação do meio ambiente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. Esta região apresenta um clima subtropical úmido mesotérmico (Cfa) sem estação seca definida, com temperaturas médias de 22°C no verão e 17°C no inverno, com índice pluviométrico médio de 2.100 mm por ano. Os dados de precipitação pluviométrica foram coletados junto à estação meteorológica do INMET-SONABRA, disponível na própria área experimental.

Neste local foi semeado o milho manualmente, no espaçamento entre linhas de 90 cm e população de plantas de 70.000 plantas ha⁻¹. O cultivo do milho realizou-se de meados de setembro de 2013 até início de fevereiro de 2014. A adubação foi com cama de aviário de 11 lotes frango de corte, com isso amostras compostas de cama de aviário foram coletadas no dia da adubação ao milho para serem incubadas a campo em sacos de voal, malha 1 mm com um tamanho de 400cm², os chamados litter bags. Nos litter bags foi acondicionado a quantidade de cama de frango proporcional a dose do adubo orgânico usada em hectares, sendo 0; 6; 12; 18 t ha⁻¹, ou seja, para dose 6 t ha⁻¹ foi incubado 24 g de cama de frango de massa seca, para a dose 12 t ha⁻¹ será incubado 48 g, e para a dose 18 t ha⁻¹ foi incubado 72 g de cama de frango de massa seca, com base na matéria seca. Estes foram grampeados e alocados a campo na superfície do solo, logo após o plantio e adubação, estes sacos permaneceram por diferentes períodos de incubação, do início até o final do cultivo do milho, 5 meses de incubação a campo. A avaliação da decomposição da matéria seca e da liberação de nutrientes da cama foi feita ao longo do tempo, com coletas ao 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 dias após incubação a campo.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com três tratamentos cada um com três repetições. Todos os tratamentos foram compostos por cama diferentes doses de cama de aviário incubada a campo em sacos de decomposição avaliados no tempo 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 dias.

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 & Lang (1982). O modelo ajustado tem a seguinte equação matemática:

$$MSR = A e^{-kat} + (100-A) \text{ Equação 1}$$

$$MSR = A e^{-kat} + (100-A) e^{-kbt} \text{ Equação 2}$$

Em que a MSR = porcentagem de MS remanescente no tempo t (dias); k_a e k_b = taxas constantes de decomposição da MS do compartimento mais facilmente decomponível (A) e do compartimento mais recalcitrante ($100 - A$), respectivamente.

Os modelos consideram que os nutrientes dos resíduos podem ser divididos em dois compartimentos. No modelo assintótico (Equação 1), apenas o compartimento mais facilmente decomponível, relativo aos nutrientes, é transformado, diminuindo exponencialmente com o tempo a uma taxa constante. Os nutrientes do segundo compartimento são considerados mais recalcitrantes e, por isso, este compartimento não sofre transformação no período de tempo considerado.

No modelo exponencial duplo (Equação 2) os nutrientes dos dois compartimentos diminuem exponencialmente a taxas constantes, sendo que a primeira fração é transformada a taxas mais elevadas do que a segunda, que é de mais difícil decomposição (recalcitrante).

A escolha do tipo de modelo de cada tratamento foi feita com base nos valores do coeficiente de determinação (R^2), o qual indicará o grau de associação entre o modelo ajustado e os valores observados.

A partir dos valores da constante de decomposição dos nutrientes de cada compartimento, calculou-se o tempo da meia vida ($t^{1/2}$), ou seja, o tempo necessário para que 50% dos nutrientes daquele compartimento fossem decompostos. Para este cálculo utilizou-se a fórmula a seguir, cuja dedução é apresentada em Paul & Clark (1996):

$$t^{1/2} = 0,693/k_{(a,b)}$$

Após cada período de amostragem, os resíduos foram submetidos à secagem em estufa a 65 °C até obtenção de massa constante, para a determinação da matéria seca remanescente. A partir massa seca remanescente da cama de cada coleta, foram analisadas as concentrações de N, P e K para posteriormente, cálculo das quantidades remanescentes destes nutrientes.

A avaliação da decomposição e da liberação de N, P e K da cama de aviário foram realizadas ao longo do cultivo do milho. Para avaliação da concentração dos nutrientes, após a determinação de MS, o material remanescente foi moído em moinho de faca tipo Willey e realizada a digestão sulfúrica, sendo o N total determinado em destilador de arraste de vapor semi-micro Kjeldhal (TEDESCO et al. 1995). Após, foi realizada uma nova digestão sulfúrica, no qual a amostra foi utilizada para a determinação dos teores totais de P e K por fotolorimetria, fotometria de chama, respectivamente.

Com base nas taxas de decomposição e nas doses de cama de aviário utilizadas serão estimadas as quantidades, em kg ha^{-1} , de N, K e P liberadas por unidade de área durante o cultivo do milho.

7 RESUSTADOS E DISCUSSÕES

Figura 1.

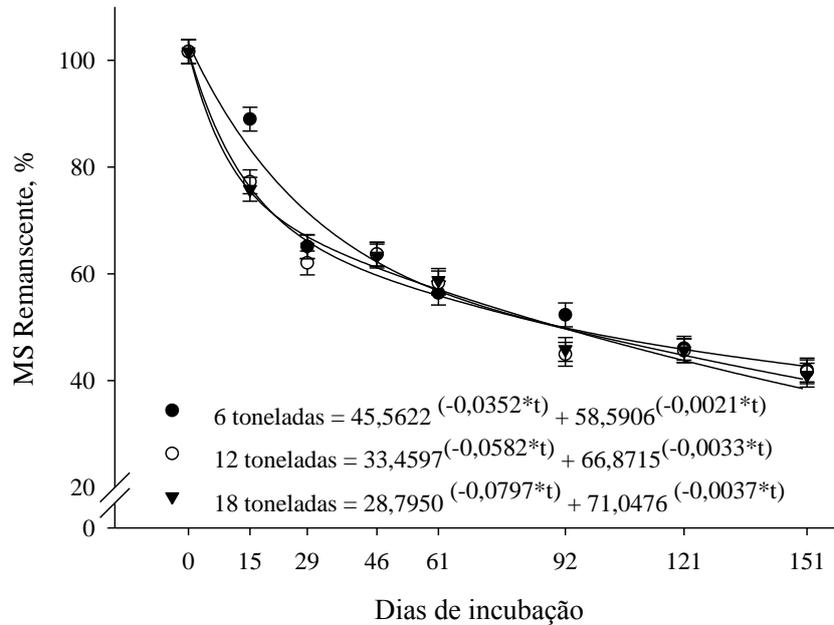


Figura 1. Matéria seca remanescente de cama de frango de corte incubadas em diferentes doses equivalentes a 6, 12 e 18 t ha⁻¹ ao longo de 150 dias de avaliação a campo. Diferença Mínima Significativa a 5% de probabilidade de erro. UTFPR Dois Vizinhos - PR, 2014.

Ao observar a figura 1 é possível verificar que o teor de matéria seca remanescente diminui à medida que o número de dias de incubação da cama de aviário de frango de corte vai aumentando. O tratamento com 6 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte demorou mais para se decompor no início do período de incubação a campo, enquanto isso, no mesmo período os tratamentos com 12 e 18 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte tiveram uma decomposição mais acelerada. A liberação acumulativa de P e K é em função da decomposição da matéria seca, mesmo não havendo diferenças na concentração e liberação dos nutrientes.

Neste sentido, entende-se que a velocidade de decomposição dos compostos orgânicos constituintes da cama de aviário depende de alguns fatores, que possibilitam o retardo ou a aceleração do processo de decomposição, entre eles destacam-se a taxa de oxigenação (aeração), a temperatura do ambiente, a umidade, o tamanho das partículas e a concentração de nutrientes (HAHN, 2004).

Em relação à figura 1 é possível perceber que o tempo de meia vida da cama de aviário de frango de corte é próximo aos 100 dias de incubação a campo, período semelhante nos três tratamentos, e que ao final do cultivo do milho mais de 40% do material alocado a campo nos litter bags não havia sofrido o processo de decomposição. Hahn (2004) obteve valores próximos ao do presente trabalho, quando relacionado com o processo de decomposição. Resultados menores encontraram-se, em estudos realizados por Bratti (2013) durante o cultivo da aveia, sendo assim aos 150 dias de decomposição o teor de matéria seca remanescente de cama de frango avaliado foi menor que 40%. Já os resultados de matéria seca remanescente obtida por Adami (2012), aos 150 dias de incubação da cama de aviário de frango de corte durante o cultivo do milho são semelhantes aos deste trabalho, cujo teor é superior a 40%.

Ao analisar a figura 1 nota-se que o tratamento com 6 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte possui aproximadamente 46% do total de material incubado a campo proveniente da fração mais facilmente decomponível, e os outros quase 59% são considerados a fração mais recalcitrante. Já o tratamento com 12 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte, a fração mais rapidamente decomponível corresponde a aproximadamente 33% do total de material incubado a campo, e aproximadamente 67% é correspondente à fração recalcitrante. O tratamento com 18 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte possui aproximadamente 29% do total de material incubado a campo relacionado à fração facilmente decomponível, e quase 71% equivalente à fração mais recalcitrante.

Ao avaliar os valores descritos anteriormente percebe-se que os valores das porções mais decomponíveis diminuem à medida que a dosagem usada na incubação do material aumenta, e o inverso ocorre pra a fração mais recalcitrante respectivamente. Desde então, este processo de decomposição ocorre em função de que a matéria-prima é absolutamente heterogênea e tem seus componentes agrupados em moléculas de rápida degradação, tal como o amido, que é responsável pela rápida liberação de gás carbônico. Já as proteínas são hidrolisadas em peptídeos, aminoácidos e outros produtos de transformação que se incorporam ao composto durante o processo de transformação da matéria orgânica em humos. Já os fragmentos da degradação da lignina dão origem a outros derivados com moléculas de lenta degradação (CARVALHO, 2001).

Figura 2.

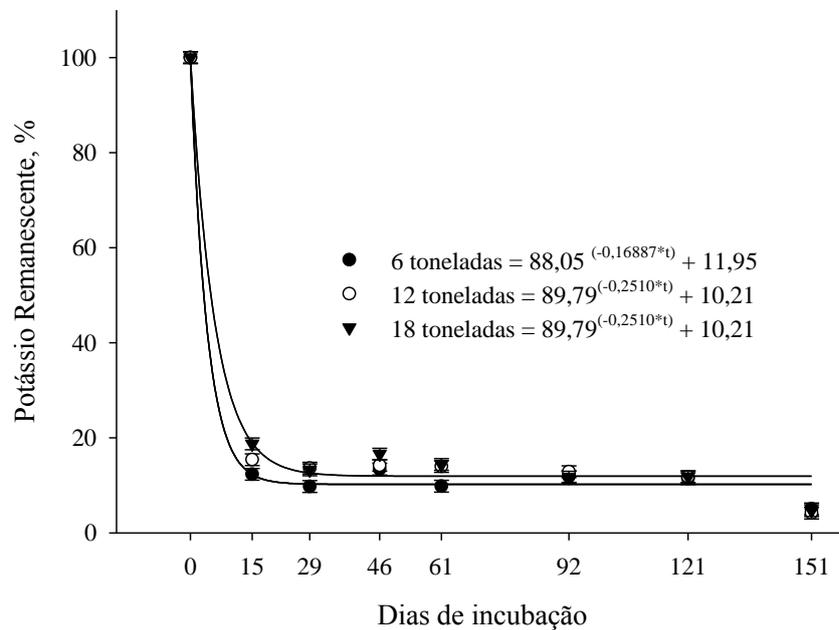


Figura 2. Potássio remanescente de cama de frango de corte incubadas em diferentes doses equivalentes a 6, 12 e 18 t ha⁻¹ ao longo de 150 dias de avaliação a campo. Diferença Mínima Significativa a 5% de probabilidade de erro. UTFPR Dois Vizinhos - PR, 2014.

Ao observar a figura 2 é possível perceber que o nível de potássio diminuiu rapidamente em 15 dias e depois permanece constante até o final do período de avaliação, independendo da dosagem incubada, sendo assim e possível verificar que a quantidade remanescente de potássio após o décimo quinto dia de incubação agregada as partículas de maravalha da cama de frango de corte é mínima não chegando nem a 20%. De acordo com Giacomine, et al.(2003) a velocidade de liberação de nutrientes dos resíduos durante o processo de decomposição depende da localização e da forma em que esses nutrientes se encontram no tecido vegetal. Todavia o potássio se encontra em componentes não estruturais e na forma iônica no vacúolo das células das plantas, ele é rapidamente lixiviado logo após o manejo e possui pequena dependência dos processos microbianos (GIACOMINE et al. 2003).

Diante disso verifica-se que a fração de potássio mais facilmente decomponível corresponde a 88% e a mais recalcitrante aproximadamente 12%, valores estes referentes ao tratamento com 6 ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte. Já os tratamentos com 12 e 18 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte compõem-se de valores próximos a 89% referente à fração mais decomponível e valores de pouco mais de 10% para a fração mais recalcitrante.

Figura 3.

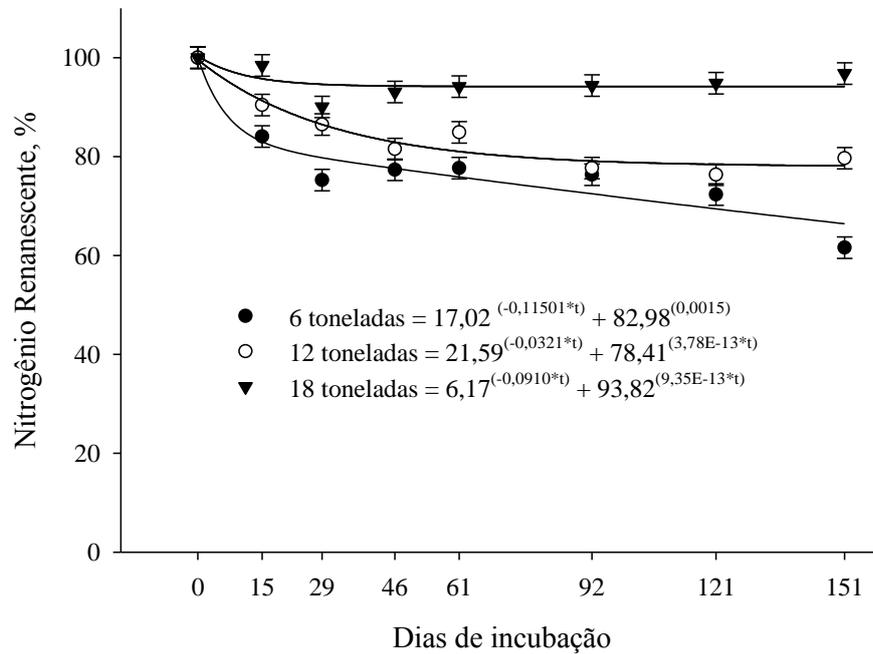


Figura 3. Nitrogênio remanescente de cama de frango de corte incubadas em diferentes doses equivalentes a 6, 12 e 18 t ha⁻¹ ao longo de 150 dias de avaliação a campo. Diferença Mínima Significativa a 5% de probabilidade de erro. UTFPR Dois Vizinhos - PR, 2014.

Ao observar a figura 3 acima é possível perceber que o teor de nitrogênio remanescente da cama de aviário de frango de corte diminuiu ao longo dos dias que o material permaneceu incubado a campo. No tratamento com 6 t ha⁻¹ de cama de frango de corte a fração de nitrogênio mais decomponível corresponde 17%, e a mais recalcitrante corresponde cerca de 83%. Já o tratamento com 12 t ha⁻¹ de cama de frango de corte a fração decomponível possui valores próximos de 22% e a fração recalcitrante os valores são aproximadamente 78%. O maior tratamento com 18 t ha⁻¹ de cama de frango de corte possui 6,17 % de seu total constituído da fração facilmente decomponível e os outros quase 94% referente à fração mais recalcitrante.

Sendo assim, percebe-se que a dosagem com 6 t ha⁻¹ de cama de frango de corte foi a que liberou mais nitrogênio, seguindo pelo tratamento com 12 e 18 t ha⁻¹ respectivamente, este fator pode ter sido ocasionado pelo fato que o tratamento com 6 t ha⁻¹ incubou a menor quantidade de material nos litter bags, possibilitando um maior impacto com as chuvas e um maior desprendimento do nitrogênio constituinte do material para o solo. Seguindo este contexto Lira e oliveira *apud* Atkinson et al. (1996), argumentam que após a aplicação da cama no solo pode ocorrer a imobilização do nitrogênio do solo por microrganismos, pois

estes necessitam deste nutriente para poder degradar a grande quantidade de carbono existente na cama.

Resultados diferentes a estes foram encontrados por Salmi, et al. (2006) em experimento realizado com diversas variedades de feijão gandu, onde aos 56 dias de incubação aproximadamente 45% do Nitrogênio contido na biomassa remanescente ainda não haviam sido liberados no solo.

Figura 4.

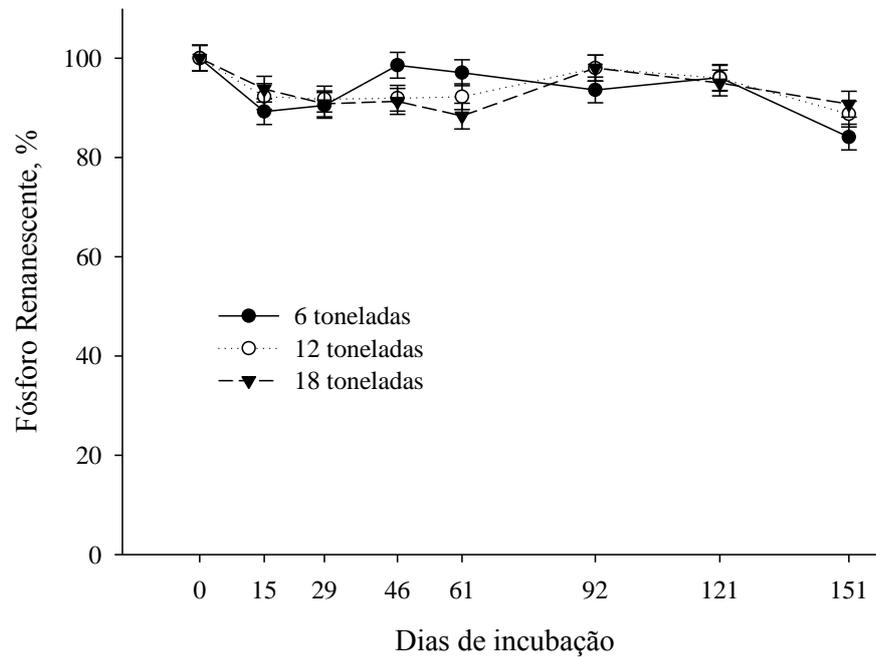


Figura 4. Fósforo remanescente de cama de aviário de frango de corte incubadas em diferentes doses equivalentes a 6, 12 e 18 t ha⁻¹ ao longo de 150 dias de avaliação a campo. Diferença Mínima Significativa a 5% de probabilidade de erro. UTFPR Dois Vizinhos - PR, 2014.

Na figura 4, os dados obtidos não se ajustaram em nenhum dos modelos testados e mantiveram-se constantes.

Tabela 1.

Tratamento ⁽¹⁾	A	k_a	k_b	$t_{1/2}$		R^2
				A	(100 - A)	
	%	Dias		Dias		
Matéria Seca Remanescente (MSR)						
6 t ha-1	45,56	0,0352	0,0021	20	330	0,92
12 t ha-1	33,46	0,0582	0,0033	12	210	0,93
18 t ha-1	28,79	0,0797	0,0037	9	187	0,91
Potássio Remanescente (KR)						
6 t ha-1	88,06	0,16887	-	4	-	0,98
12 t ha-1	89,78	0,2510	-	3	-	0,99
18 t ha-1	89,78	0,2510	-	3	-	0,99
Nitrogênio Remanescente (NR)						
6 t ha-1	17,02	0,1501	0,0015	5	462	0,85
12 t ha-1	21,59	0,0321	$3,78^{-13}$	22	-	0,89
18 t ha-1	6,17	0,0910	$9,35^{-13}$	8	-	0,46

MSR = $Ae^{(-kat)} + (100-A)e^{(-kbt)}$; KR = $Ae^{(-kat)} + (100-A)$; NR = $Ae^{(-kat)} + (100-A)e^{(-kbt)}$ e PR não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 1. Parâmetros dos modelos ajustados aos valores medidos de matéria seca, potássio, nitrogênio e fosforo remanescentes, tempo de meia vida ($t_{1/2}$) de cada compartimento e valores de R^2 em cada tratamento.

A tabela 1 mostra os valores da fração mais facilmente decomponível para cada quantidade de cama de frango aplicada, dividida nos três tratamentos, sendo assim, a fração mais decomponível da matéria seca remanescente para os tratamentos com 6, 12, 18 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte sucessivamente está descritas nos seguintes valores: 45,56; 33,46; 28,79. Neste sentido, pode-se notar que é necessário de 20, 12, 9 dias de incubação do material para que 50% da fração mais rapidamente decomponível possam ser decomposta no solo, e 330, 210, 187 para que haja a decomposição da fração mais recalcitrante, respectivamente aos tratamentos relatados acima.

Já a fração mais decomponível dos níveis de potássio remanescente ocupam valores de 88,06% referente ao tratamento com 6 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte e 89,78 para os tratamentos com 12 e 18 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte. Neste caso, faz-

se necessário de 4 dias de incubação pra o menor tratamento e 3 dias para os outros dois maiores tratamentos liberarem 50% de sua fração mais decomponível, conforme citado na tabela 1.

Os valores da fração mais facilmente decomponível do teor de nitrogênio são expressos acima da seguinte forma 17,02; 21,59; 6,17 seguido dos tratamentos com 6, 12,18 t ha⁻¹, estas fração levariam para liberar 50% dos seus níveis 5, 22, 8 dias em incubação a campo respectivamente para os tratamentos descritos anteriormente. Além disso, a tabela expressa que o tratamento com 6 t por ha⁻¹ levou 362 dias para liberam 50% do nitrogênio agregado na fração mais recalcitrante.

Figura 5.

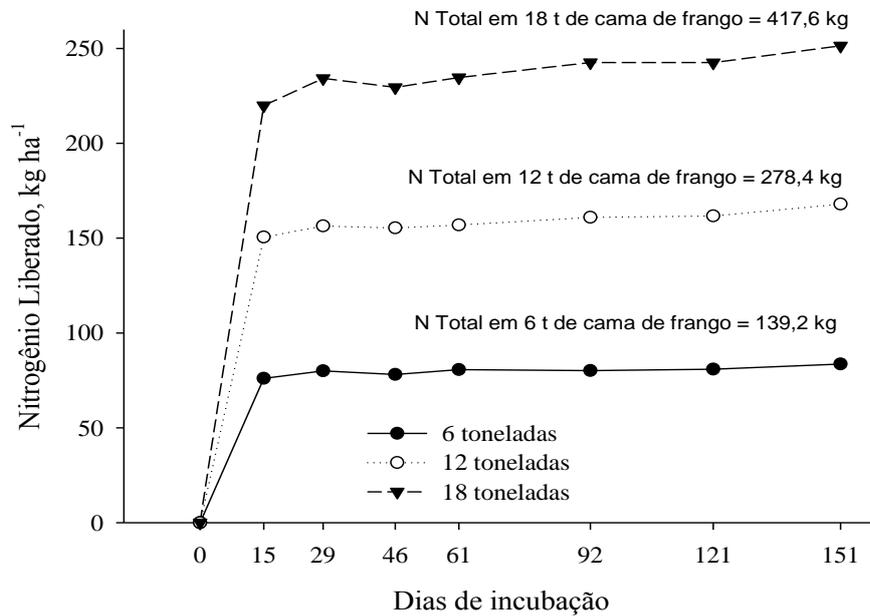


Figura 5. Nitrogênio liberado da cama de frango de corte incubado em diferentes doses equivalentes a 6, 12 e 18 t ha⁻¹ ao longo de 150 dias de avaliação a campo. UTFPR Dois Vizinhos - PR, 2014.

Ao analisar a figura 5, pode-se perceber o quanto de nitrogênio é liberado da cama de aviário de frango de corte ao longo dos dias de incubação. Percebe-se ainda que o tratamento com 6 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte possui em sua composição 139,2 kg de nitrogênio e que apenas uma quantidade próxima de 80kg de nitrogênio foi liberado durante o período de incubação. Já o tratamento com 12 t ha⁻¹ de cama de frango de corte o nível de nitrogênio em sua composição é de 278,4 kg, mas somente pouco mais de 150 kg foram liberados. O terceiro tratamento possui em sua composição 417,6 kg de nitrogênio, mas libera uma quantidade próxima de 250 kg de nitrogênio, sendo assim o restante do nitrogênio dos três tratamentos que não foi liberado ficou incorporado a matéria remanescente do material que foi incubado a campo.

Contudo é possível dizer que a quantidade de nitrogênio liberado foi decorrente com as dosagens de cama de aviário de frango de corte descritas acima, neste sentido, verifica-se que a liberação acelerada no início do período de incubação, nos primeiros quinze dias foi igual, para os três tratamentos testados.

Está taxa de liberação do nitrogênio da cama de aviário está inteiramente ligada com a relação carbono/nitrogênio C/N da cama de aviário, no entanto, a disponibilidade de N no solo

para as plantas é controlada basicamente pela decomposição da matéria orgânica (PAVINATO, 2008). Materiais ricos em N terão baixa relação C/N, já materiais pobres em N terão alta relação C/N. Neste sentido, teoricamente quanto mais baixa é a relação C/N mais rapidamente termina a compostagem (AIRES, 2009). De acordo com Oliveira, et al. (2008) a utilização dos materiais ricos em carbono relativamente aos nitrogenados, aumentam o período de compostagem requerido.

Diante disto, podemos dizer que o teor de nitrogênio liberado foi baixo, em função de sua proporção existente na cama de aviário de frango de corte não ser elevada.

Figura 6.

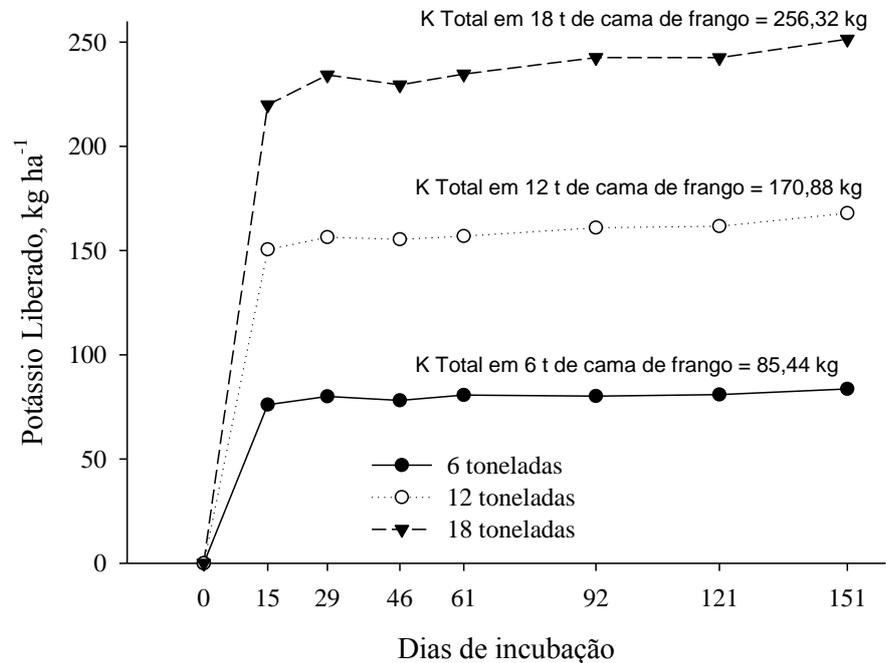


Figura 6. Potássio liberado da cama de frango de corte incubadas em diferentes doses equivalentes a 6, 12 e 18 t ha⁻¹ ao longo de 150 dias de avaliação a campo. UTFPR Dois Vizinhos - PR, 2014.

A figura 6 representa a liberação dos níveis de potássio durante o período de incubação da cama de aviário de frango de corte, contudo pode-se dizer que os níveis de potássio perderam-se rapidamente no início e depois se mantiveram constante até o final do período de incubação da cama de aviário de frango de corte.

Ao observar a figura 6 percebe que os níveis de potássio liberado no início do período foi praticamente todo o existente no material incubado, essa elevada liberação do potássio existente na cama de aviário de frango de corte possa ter sido ocasionada até mesmo por uma chuva após a incubação do material a campo, neste sentido, o nível de potássio remanescente nas partículas de maravalha são basicamente nulos.

Giacominii, et al. (2003) em experimento realizado encontrou que o valor de potássio liberado pela aveia mais a ervilhaca aos 150 dias de decomposição são de aproximadamente 80%, resultado semelhante ao encontrado no mesmo período com 8 lotes de cama de aviário de frango de corte no presente trabalho. Diante disto, (PAVINATO, 2008) relata que o potássio é o mineral mais abundante no tecido vegetal de praticamente todas as espécies vegetais e, por apresentar-se predominantemente na forma iônica K⁺ no tecido, seu retorno ao

solo é muito rápido. Todavia, a maior parte deste é ciclada, embora as perdas podem se mostrar mais expressivas por escoamento superficial devido à manutenção da palhada sobre o solo e às aplicações superficiais de fertilizantes potássicos (PAVINATO, 2004).

Figura 7.

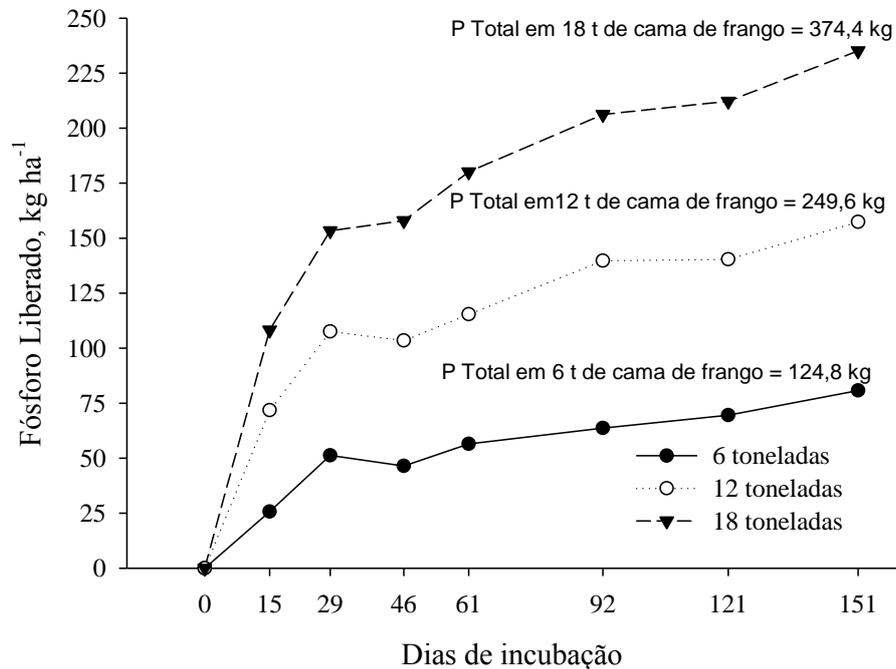


Figura 7. Fósforo liberado da cama de frango de corte incubada em diferentes doses equivalentes a 6, 12 e 18 t ha⁻¹ ao longo de 150 dias de avaliação a campo. UTFPR Dois Vizinhos - PR, 2014.

Ao avaliar os resultados da figura 7 sobre os níveis de fosforo liberado da cama de aviário de frango de corte durante a um período de incubação percebe-se que o teor de fósforo disponível aumenta de acordo com o aumento do período de incubação do material em uma velocidade proporcional nos três tratamentos.

Além disso, é possível perceber que cada 6 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte possui em sua constituição 124,8 kg de fosforo no qual 50% deste é liberado próximo aos 90 dias de incubação, desta forma, pouco mais de 80kg de fosforo foi liberado durante todo o período de incubação do material, já o tratamento com 12 e 18 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte liberou próximo de 160, 240 kg de fosforo respectivamente. De acordo com Ouvidor-Rondon et al. (2008) o fósforo é um mineral encontrado em altas quantidades nas excretas das aves, contudo aplicação em excesso na adubação pode saturar a capacidade do solo e das plantas de utilizar este nutriente.

Durante todo o período de incubação da cama de aviário de frango de corte liberou-se aproximadamente 65% do fosforo total do material de cada dosagem alocada a campo. Está menor liberação do teor de fosforo e devido a maior parte encontrar-se na planta associada a componentes orgânicos do tecido vegetal sua liberação está intimamente ligada ao processo

de decomposição pelos microrganismos do solo. GIACOMINI et al. *apud* MARSCHNER, (1995).

Ao avaliar as figuras 5, 6 e 7 percebe-se que na figura 5 a quantidade de nitrogênio liberado pelo tratamento com 6 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte durante o cultivo do milho, não é suficiente para atender as exigências da cultura, neste sentido, seria necessário disponibilizar uma quantidade próxima de 12 t ha⁻¹ de cama de aviário de frango de corte, porém nas figuras 6 e 7 respectivamente a quantidade de fosforo e potássio existente no menor tratamento já supre a necessidade da cultura do milho cultivado na região do presente trabalho. Diante disto, percebe-se que as aplicações frequentes da cama de aviário de frango de corte podem ocasionar acúmulo de nutrientes, especialmente fosforo e potássio, no solo. Dentre eles, o desequilíbrio entre os nutrientes do solo destaca-se como um dos mais problemáticos, pois pode restringir o desenvolvimento da planta Corrêa et al., (2006), e sujeito a contaminação ambiental (HAHN 2004). Sugere-se uso de menores doses de cama, ou até 6 t ha⁻¹, com uso de nitrogênio em cobertura na cultura do milho.

CONCLUSÃO

- O teor de matéria seca e do nitrogênio remanescente diminui à medida que o número de dias de incubação da cama de aviário de frango de corte vai aumentando.
- O nível de potássio diminuiu rapidamente em 15 dias e depois permanece constante até o final do período de avaliação, independentemente da dosagem incubada.
- A quantidade de nitrogênio liberado pelo tratamento com 6 t ha^{-1} de cama de aviário de frango de corte durante o cultivo do milho, não é suficiente para atender as exigências da cultura do milho, mas ao mesmo tempo é suficiente para suprir as exigências de P e K.

REFERÊNCIAS

ADAMI, Paulo, F. **Intensidades de pastejo e níveis de cama de aviário em sistema de integração lavoura-pecuária**. Dissertação (Pós graduação em agronomia)- Departamento de Fitotecnia e Fitossanitaríssimo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

ADELI, Ardeshir.; SHANKLE, Mark.W.; TEWOLDE, Haile.; SISTANI, Karamat. R.; ROWE, Dennis. E.; Nutrient Dynamics from Broiler Litter Applied to No-Till Cotton in an Upland Soil. **Agronomy Journal**, v.100, p.564- 570, 2008.

Aires, Airon, M. Biodigestão anaeróbia da cama de frangos de corte com ou sem separação das frações sólida e líquida. 2009. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

ARAUJO, FÁBIO, F. Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimento de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curtume natural e compostado. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 33, n. 2, p. 355-360, 2011

ATKINSON, C.F.; JONES, D.D. e GAUTHIER, J.J. Biodegradability and Microbial Activities during composting of poultry litter. *Poultry Science*, v.75, p.608-617, 1996.

BLUM, L.E.B.; AMARANTE, C.V.T.; GÜTTLER, G; Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 627-631, 2003.

BRANCO, Samuel. M.; MURGEL, Paulo. H.; CAVINATTO, Vilma. M. Compostagem: Solubilização biológica de rocha fosfática na produção de fertilizante orgânomineral. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.6, p.115-122, 2001.

BRATTI, Fábio, C. 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.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.935-944, 2003.

CARVALHO, P. C. T. Compostagem. In: TSUTIYA, M. T. et al. *Biossólidos na Agricultura*. São Paulo: SABESP, 2001. p. 181-208.

CONAB - **Companhia nacional de abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira, quarto levantamento, Setembro de 2013: Companhia Nacional de abastecimento. – Brasília: Conab, 122p. 2013. Disponível em:
>http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_13_14_55_32_perspectivas_da_agropecuaria_2013.pdf<. Acesso em 06 de janeiro de 2014.

CORREA, J. C. et al. Doses de boro e crescimento radicular e da parte aérea de cultivares de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 6, p. 1077- 1082, 2006.

FAGERIA, Nand, K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.

FERREIRA, Aline, G.; BORBA, Sílvia, N, S.; WIZNIEWSKY, José, G. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**. v. 8 (2013).

FLOSS, E. Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, 57 (1): 25-29. 2000.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; HÜBNER, A.P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E.B. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1097-1104, 2003.

HAHN, Leandro. **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agroecossistemas**. Florianópolis: UFSC, 2004, 120p. (Dissertação Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. Universidade Federal de Santa Maria.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Estatística da Produção Pecuária, Setembro de 2013. Disponível em:
>http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201302_publ_completa.pdf <. Acesso em 07 de janeiro de 2014.

KIEHL, J.E. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KLIEMANN, Huberto, J.; BRAZ, Antonio, J, P, B.; SILVEIRA, Pedro, M. Taxa de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, n.1, p.21-28, 2006.

LIRA, Fernando.; OLIVEIRA, Renato, C. Vinhoto e cama de frango como coadjuvantes na compostagem de bagaço de cana de açúcar. Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia. Cascavel, v.1, n.1, p.124-134, 2008

MAGALHÃES, Paulo, C.; DURÃES, Frederico, O, M.; CARNEIRO, Newton, P.; PAIVA, Edilson. Fisiologia do milho. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Informativo Técnico. Sete Lagoas, MG Dezembro, 2002. Disponível em: < http://alexandrecaastro.com.br/Arquivos%20NOTEBOOK/Disco%20C/Downloads/Circ_22.pdf > acesso em: 03 de agosto de 2014.

MARIN, Aldrin. M. P.; MENEZES, Rômulo. S. C.; SALCEDO, Ignácio. H. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.669-677, 2007.

MARSCHNER, H. Functions of mineral nutrients: macro-nutrients. In: MINERAL nutrition of higher plants. 2nd ed. San Diego: Academic, 1995. p. 229-312

MATOS, Antonio, T.; VIDIGAL, Sanzio, M.; SEDIYAMA, Maria, A, N.; GARCIA, Neusa, C. P.; RIBEIRO, Marcelo, F.; Compostagem de alguns resíduos orgânicos, utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.2, n.2, p.199-203, 1998.

OLIVEIRA, E, C, A.; SARTORI, R, H.; GARCEZ, T, B.; compostagem. Piracicaba – São Paulo. Maio de 2008. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf. Acesso: em 03 de agosto de 2014

ORRICO JÚNIOR, Marcos, A.P.; AMORIM, Ana. C.; JÚNIOR, Jorge. L. 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. 1 CD-ROM

OVIEDO-RONDÓN, Edgar. O.; PhD. DVM.; Dipl. ACPV. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 37, p.239-252, 2008.

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

PAVINATO, Paulo, S. **Adubação em sistemas de culturas com milho em condições de sequeiro ou irrigado por aspersão**. 2004. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria.

PAVINATO, Paulo. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 358-364, 2008.

PEREIRA, Dercio, C.; NETO, Alfredo, W.; NÓBREGA, Lúcia, H, P. Adubação orgânica e algumas aplicações agrícolas. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 03, n.02, p. 159-174, 2013.

POTE, D.H., W.L. Kingery, G.E. Aiken, F.X. Han, P.A. Moore, Jr., and K. Buddington. 2003. **Water quality effects of incorporating poultry litter into perennial grassland soils**. *J. Environ. Qual.* 32:2392–2398.

RODRIGUES, Pedro, N, F.; ROLIM, Mário, M.; NETO, Egidio, B.; COSTA, Raimundo, N, T.; PEDROS, Elvira, M, R.; OLIVEIRA, Veronildo, S. Efeito do composto orgânico e compactação do solo no milho e nutrientes do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.15, n.8, p.788–793, 2011

Salmi, G, P.; Salmi, A, P.; Abboud A, C, de S. Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias. Instituto de Agronomia, Dep. de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.41, n.4, p.673-678, abr. 2006.

SANTOS, Diego. H.; SILVA, Marcelo. A.; TIRITAN, Carlos. S.; FOLONI, José. S. S.; ECHER, Fábio. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.443-449, 2011.

SILVA, Fabio. C.; BOARETTO, Antônio. E.; BERTON, Ronaldo. S.; ZOTELLI, Helder, B.; PEIXE, Carlos. A.; BERNARDES, Elaine. M. Efeito na fertilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana de açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.831-840. 2001.

SILVA, Victor, M.; RIGO, Michelle, M.; MARTINS, CAMILA, A, S.; Mendonça, Eduardo, S. Impacto da adubação orgânica sobre os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p. 654. 2012.

SOUZA, J. L. De. **Cultivo orgânico de hortaliças: Sistema de produção.** Viçosa: CPT, 2007. 314p.

TEDESCO, Marino. J.; Análise de solo, plantas e outros minerais. Porto Alegre, UFRGS: **Departamento de Solos.** Faculdade de Agronomia, 1995. 174p.

VIEIRA, Rosana. F.; CARDOSO, Antônio. A. **Variações nos teores de nitrogênio mineral em solo suplementado com lodo de esgoto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38, p.867-874, 2003.