



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GIANCARLO DALLA COSTA

**EFEITO DA ADUBAÇÃO COM CAMA DE AVIÁRIO NA CULTURA DO
MILHO PARA SILAGEM E NOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS
DO SOLO**

BANDEIRANTES, PR, BRASIL

2014

GIANCARLO DALLA COSTA

**EFEITO DA ADUBAÇÃO COM CAMA DE AVIÁRIO NA CULTURA DO
MILHO PARA SILAGEM E NOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS
DO SOLO**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Agronomia, da Universidade
Estadual do Norte do Paraná, *Campus*
Luiz Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Augusto Alves
da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Alves da
Silva

BANDEIRANTES, PR, BRASIL

2014

C872e Costa, Giancarlo Dalla

Efeito da adubação com cama de aviário na cultura do milho para silagem e nos parâmetros microbiológicos do solo / Giancarlo Dalla Costa. – Bandeirantes, 2014. 47f.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva.

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Alves da Silva.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, 2014.

1. Adubação orgânica. 2. Microbiologia do solo. 3. Decomposição. 4. Matéria orgânica e resíduos de aviários. I. Universidade Estadual do Norte do Paraná. III. Título.

GIANCARLO DALLA COSTA

**EFEITO DA ADUBAÇÃO COM CAMA DE AVIÁRIO NA CULTURA DO
MILHO PARA SILAGEM E NOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS
DO SOLO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovada em: 09/05/2014

COMISSÃO EXAMINADORA

Marcos Augusto Alves da Silva - Orientador

Adriana Pereira da Silva (UNIPAR)

Leopoldo Sussumu Matsumoto (UENP)

Prof. Dr.
Orientador
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
Campus Luiz Meneghel

**À meus familiares e minha namorada que em todo esse período estiveram
comigo apesar da distância, amá-lo-eis só enquanto eu existir**

Dedico!!

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por estar sempre guiando meus passos!

A Santo Expedito por estar sempre comigo!

Ao meu pai exemplo de garra, força e dedicação, que fez esse sonho tornar-se realidade!

À minha mãe exemplo de espiritualidade, sabedoria e de confiança!

À minha irmã e meu cunhado pela incentivo e torcida!

À minha namorada que sempre esteve do meu lado me ajudando nas dificuldades!

Ao meu orientador Prof. Marcos Augusto Alves da Silva exemplo de dedicação que nas facilidades e dificuldades me ajudou a buscar a luz no final do túnel!

Ao meu coorientador Prof. Marcelo Alves da Silva por acreditar em mim em desenvolver esse grande projeto!

À Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP, *campus* Luiz Meneghel pela oportunidade!

Aos prof. Leopoldo Matsumoto, Petrônio Pinheiro Pôrto, Silvestre Belettini e Adriana Pereira da Silva por fazerem parte da construção desse trabalho!

Às secretárias do programa de mestrado Solange e Sonia, pela presteza em todos os momentos.

Aos técnicos de laboratório Anna Carolina Pires, Esmeralda Garcia e Gilberto Demétrio por todo o suporte prestado!

Aos membros do grupo Pepoc por toda determinação e ajuda prestada ao desenvolvimento experimental deste trabalho!

A todos meus amigos que fizeram parte nessa “segunda etapa” de Bandeirantes em especial Ana Paula Rennó, Arthur Flores, Francisco Lavorato, Heloísa Eid, Layara Mello, Luis Murilo, Marina Piovesani, Rachel Maciel, Rodrigo Salazar, Victor Medeiros, aos companheiros do Lions, vocês foram fundamentais!

Ao CNPq e Fundação Araucária pela bolsa concedida.

*Há um tempo para cada coisa acontecer,
Para cada propósito debaixo do céu acontecer,
Tempo para plantar e tempo para colher,
Tempo para espalhar e tempo para ajuntar,
Tempo para chorar e tempo para rir.*

Eclesiastes 3, 1-8

Sumário

1. Resumo.....	2
2. Abstract	3
3. Introdução Geral	4
4. Revisão Bibliográfica	6
4.1.Avicultura e a produção de cama de frango	6
4.2.A cultura do milho.....	8
4.3.Importância da matéria orgânica nas propriedades do solo	11
4.3.1.Biomassa microbiana	15
4.3.2.Respiração microbiana do solo	16
4.3.3.Relação carbono da biomassa e carbono orgânico total	17
5. Objetivos	19
5.1.Objetivo geral	19
5.2.Objetivos específicos.....	19
6. Referências Bibliográficas.....	20
7. EFEITO DA ADUBAÇÃO COM CAMA DE AVIÁRIO NA CULTURA DO MILHO PARA SILAGEM E NOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO	26

COSTA, GIANCARLO DALLA. **EFEITO DA ADUBAÇÃO COM CAMA DE AVIÁRIO NA CULTURA DO MILHO PARA SILAGEM E NOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO**: 2014. 55 f. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2014.

1. Resumo

Com crescente aumento na produção de frangos no Brasil, é notório também o aumento na produção de cama de aviário surgindo assim, a necessidade de um manejo e destino adequado para este resíduo. A utilização da cama como fonte de nutrientes para a agricultura é uma alternativa promissora e de grande valor. Este estudo teve como objetivo avaliar adubação com cama de frango na produtividade do milho para silagem, bem como seus efeitos nos parâmetros microbiológicos do solo. Foram avaliados os atributos para produção de Massa Seca [MS], Proteína Bruta [PB], Extrato Etéreo [EE], Matéria Mineral [MM] e Matéria Orgânica [MO] e os parâmetros microbiológicos do solo, Carbono da Biomassa Microbiana [CBM] e Quociente Metabólico [qCO_2] e a relação CBM/Carbono Orgânico Total [COT], em um LATOSSOLO VERMELHO eutrófico com histórico de plantio direto de cinco anos. Os tratamentos consistiram de adubação mineral (33 Kg de N, 80 Kg de P_2O_5 e 80 Kg de K_2O) e adubação com cama de aviário de maravalha e palha de arroz nas dosagens de 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 Mg ha⁻¹, sendo que estes receberam no ato da semeadura 1/3 de adubo mineral. As coletas de solo foram realizadas na camada de 0 – 10 cm na entrelinha da cultura em diferentes épocas: (1) aveia em crescimento, (2) pós-calagem, (3) pós-aplicação da cama aviária, (4) pós-herbicida, (5) pós-plantio do milho, (6) fase vegetativa do milho e (7) fase reprodutiva do milho. Os valores de CBM e qCO_2 foram influenciados pela atividade antrópica em todos os tratamentos, destacando a queda do CBM e aumento significativo de quociente metabólico no tratamento que recebeu adubação mineral. Nos tratamentos que receberam cama aviária, a relação CBM/COT demonstra maior eficiência na utilização do carbono, sem alterações significativas entre palha de arroz e maravalha. Para a produtividade de MS, não houve diferença entre os tratamentos utilizados e as fontes de adubação. Concluiu-se que os tratamentos com cama de aviário favoreceram o aproveitamento da matéria orgânica do solo, causando menor perturbação da atividade microbiológica e que a cama de aviário de maravalha e palha de arroz

podem substituir 2/3 da adubação sem ocorrer perdas ou diminuição na produção e característica da silagem de milho.

Palavras chave: adubação orgânica, microbiologia do solo, decomposição, matéria orgânica e resíduos de aviários.

2. Abstract

POULTRY LITTER FOR FERTILIZER EFFECT IN MAIZE FOR SILAGE AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS IN SOIL

With crescent increase in brazilian chicken production, also remarkable the increase in poultry litter production appearing in this way, the need for a management and appropriate destination for this residue. The poultry litter use as a nutrient source for agriculture, including the maize, it is a valuable and promising alternative. The present research had the ambit to study maize productivity for silage as to: Dry Mass production [MS], Crude Protein [PB], Ether Extract [EE], Mineral matter [MM] and Organic Matter [MO] and microbiological soil properties, Microbial Biomass Carbon [CBM] and Metabolic Quotient [qCO_2] and the relation CBM/ Total Organic Carbon [COT], in a Rhodic Eutrudox with mineral fertilizer (33 Kg N, 80 Kg P_2O_5 e 80 Kg K_2O) and poultry litter (wood shavings and rice straw) with the treatments 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 Mg ha⁻¹ in consortium oats/maize grown under no-till on crop 2012/2013. The treatments with poultry litter received, at the sowing time, 1/3 mineral fertilizer. The soil sampling were performed in the layer 0 – 10 cm in the inter row at times different (1) oats, (2) after liming, (3) poultry litter after application (4) after herbicide, (5) after corn planting, (6) vegetative phase and (7) reproductive phase. the CBM and qCO_2 values were influenced by anthropogenic activity in all treatments, highlighting the CBM fall and significant increase in quotient metabolic in the treatment with mineral fertilizers. The treatments that received poultry litter, the relation CBM/COT demonstrates greater efficiency in the carbon use, no significant changes between rice straw and wood shavings. For the MS production, there was no difference between treatments and nutrient sources, featured the treatments 7,5 PA and 10 MAR that showed the highest levels of protein and ether extract, similar the treatment with mineral fertilizers. Concluded that treatments with poultry litter favored the soil organic matter use, causing less microbiological activity disturbance and that the wood shavings and rice straw poultry litter can replace 2/3 of fertilization lossless or decrease production and corn silage characteristic.

Key words: organic fertilizer, microbial biomass, decomposition, organic matter and waste from poultry.

3. Introdução Geral

Juntamente com o crescimento exponencial da população ocorre a crescente demanda por alimentos. Para satisfazer essa demanda é contínuo e acelerado o crescimento da produção agropecuária e isso faz com que essa atividade gere grande quantidade de resíduos que quando não forem manejados corretamente, poluem o ar, água e o solo, tornando assim o conceito de sustentabilidade e gestão ambiental importante para o setor agropecuário.

O manejo adequado desses resíduos, que possuem altos conteúdos de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio é fundamental, uma vez que podem atuar como importantes fertilizantes para o solo e possibilitar impacto ambiental mínimo, tanto para as águas superficiais e subterrâneas, quanto para o solo. As vantagens relacionadas ao uso de resíduos orgânicos na agricultura estão na redução de custos na produção vegetal, uma vez que esses resíduos apresentam menor custo em relação aos adubos minerais, podendo ser complementares e até mesmo substitutos dos adubos convencionais.

Por outro lado, quando o manejo é feito de forma inadequada, os resíduos podem poluir o solo e as águas tanto as superficiais como o lençol freático, podendo ter um aumento no conteúdo de nutrientes minerais e substâncias orgânicas que demandam oxigênio.

Com a evolução da agropecuária brasileira, sistemas de produção cada vez mais eficientes são necessários para aumentar a competitividade dos produtores e assegurar a sustentabilidade do agronegócio. Para obter aumento da produção de carne de frango, foi necessário aumentar de número de aviários e com isso cresceu a demanda de cama para fazer alojamento desses animais. Isso gerou escassez desse produto e tal fato, adota-se hoje, a reutilização da cama dos aviários, reduzindo o custo e a poluição ambiental.

A produção de aves está presente em grande parte das propriedades e cresce em larga escala na região Norte do Paraná.

Até certo tempo, a cama de frango, era utilizada como complemento na alimentação de bovinos. Em 2004, através da Instrução Normativa nº8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento determinou-se a proibição deste

tipo de uso, para o não desenvolvimento de enfermidades nos rebanhos brasileiros (MAPA, 2004).

Nesse sentido, tem-se verificado a necessidade de maiores estudos relacionados a qualidade, destino e manejo deste subproduto. A destinação final da cama produzida pelos aviários, em geral, é no solo como fertilizante. Dada à riqueza em nutrientes e matéria orgânica, o uso agrícola de resíduos orgânicos é uma alternativa que permite a reciclagem de nutrientes nos ecossistemas e auxilia na melhoria das propriedades químicas, físicas e no estabelecimento de microrganismos benéficos do solo.

A utilização de resíduos aviários como fertilizante pode ser boa opção para o produtor, já que a cama de frango é um material rico em nutrientes. Na região norte do Paraná ocorre concomitantemente em grande parte das propriedades produção avícola e produção leiteira, assim, os resíduos das aves pode ser aproveitado para a adubação principalmente do milho para silagem que é utilizado na alimentação dos rebanhos. Isso facilita a utilização deste, que por estar disponível nas propriedades tem um baixo custo.

Esses fatos demandam maiores informações técnicas e econômicas para utilização de forma correta e eficaz desses resíduos na agricultura, evitando assim a contaminação dos recursos naturais.

4. Revisão Bibliográfica

4.1. Avicultura e a produção de cama de frango

A busca do desenvolvimento sustentável representa um dos maiores desafios para a humanidade. O Brasil, terceiro maior produtor de carne de frango do mundo, no ano de 2012, produziu 12,645 milhões de toneladas, sendo o estado do Paraná responsável por 30,59% do abate nacional de carcaças (UBABEF, 2013).

Atualmente, a exploração avícola tem se caracterizado pela produção de frango de corte cada vez mais precoce, que constitui um dos ramos da produção animal de maior desenvolvimento e progresso tecnológico.

Esse desenvolvimento está ancorado nos avanços da genética, nutrição, sanidade e manejo, que juntos sustentam a moderna avicultura de corte, e que contribuem para a evolução da criação. No entanto, é constante a busca de alternativas que visam reduzir os custos de produção sem prejudicar o desempenho zootécnico (UBABEF, 2013). Nesse sentido, tem-se verificado a necessidade de maiores estudos relacionados com o manejo adequado, principalmente com a qualidade da cama e o destino deste subproduto.

Cama de aviário é todo o material distribuído sobre o piso dos galpões, onde os frangos se encontram alojados, para servir de leito às aves. Vários materiais são utilizados como cama: maravalha, casca de amendoim, casca de arroz, casca de café, feno triturado, sabugo de milho picado, bagaço de cana-de-açúcar picado entre outros materiais e com o decorrer da criação dos animais é acrescido das excreta e penas das aves e sobras de ração e ração (Fukayama, 2008).

Estudos mostram que a cama pode ser reutilizada de 1 a 6 vezes sem que haja diferenças significativas no que se refere à mortalidade, ganho de peso, consumo de ração, eficiência alimentar e qualidade das carcaças (Santos, et al., 2005). Essa reutilização segundo Fukayama, (2008) não se revelou prejudicial às aves ao contrário, evidenciou propriedades benéficas para os plantéis, observando lotes mais produtivos, provavelmente relacionados à maior imunidade adquirida estimulada desde o início do alojamento. Outro fator importante é que

camas reutilizadas permitem o contato dos pintinhos com bactérias remanescente na cama do lote anterior, facilitando a composição precoce de sua microbiota intestinal com bactérias de origem fecal e não somente com aquelas oriundas da água e da ração.

A cama de frango é normalmente reutilizada para reduzir os custos de produção e a poluição ambiental. Nesse contexto, a utilização deste material como fertilizante pode ser boa opção para o produtor. Outra característica que faz atraente o uso da cama de frango são suas propriedades físicas e químicas que permitem a sua utilização como adubo orgânico. Segundo Costa et al. (2009), a cama de frango, é um material rico em nutrientes, por estar disponível nas propriedades a um baixo custo, pode ser viabilizado pelos produtores na adubação das culturas comerciais.

A cama também pode gerar energia através de sua combustão, mas esta não é aconselhável pelos danos à atmosfera, pela emissão de gases e, devido ao custo dos incineradores (Palhares, 2004).

A reutilização da cama de aviário influencia na concentração principalmente de alguns macronutrientes, como pode ser observado na Tabela 1. Evidencia-se que quanto maior o grau de reutilização maior a concentração de minerais, mostrando assim um processo cumulativo.

Tabela 1: Concentração média de Nitrogênio (N), Fósforo (P_2O_5), Potássio (K_2O) e Matéria Seca (MS) em porcentagem (%) de camas de aviários em três níveis de reutilização.

Cama de aviário	N	P_2O_5	K_2O	MS
1º lote	3,0	3,0	2,0	70
3º lote	3,2	3,5	2,5	70
5º lote	3,5	4,0	3,0	70

Fonte: Palhares, (2004).

Segundo Marín (2011), a produção média de resíduo final de cama de frango é em torno de 2,2 kg por unidade de frango de corte. À medida que a produção nacional de frangos de corte aumenta, maiores quantidades de cama são

geradas e é notória a necessidade de se pensar nas possibilidades de manejo e de destino desse resíduo, a fim de se minimizar os impactos ambientais que este pode causar.

De acordo com Konzen e Alvarenga (2010), os resíduos produzidos pelos sistemas agropecuários, quando corretamente manejados e utilizados, reverterem-se em fornecedores de nutrientes para a produção de alimentos e melhoradores das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Quando tratados e manuseados inadequadamente esses resíduos determinam fontes de contaminação e agressão ao meio ambiente, principalmente quando lançados nos mananciais hídricos. A produção econômica tanto de grãos, forragens e de pastagens, necessita de oferta de nutrientes às plantas de qualidade e quantidade compatíveis com a obtenção da produtividade esperada e essa fonte de nutrientes são os adubos químicos e fertilizantes orgânicos, que podem ser usados de maneira exclusiva ou associados.

A cama de frango utilizada como fertilizantes na agricultura têm proporcionado resultados positivos como os observados por Noce et al. (2010) que comprovou uma maior produtividade do milho quando se aplicou maiores volumes e cama de aviário. Sbardelotto e Cassol (2009) trabalhando com milho grão, utilizaram adubações crescentes de cama de aviário nas dosagens 2,5; 5,0; 7,5; e 10 Mg ha⁻¹ e um tratamento controle com adubação mineral, encontraram valores semelhantes de 10 Mg ha⁻¹ para todos os tratamentos evidenciando respostas positivas da utilização da cama de aviário na adubação das culturas.

4.2. A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados e consumidos em todo o mundo em virtude do seu alto potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, fornecendo diversos produtos utilizados na alimentação humana e animal e em aplicações industriais (Bobato, 2006).

Conhecido por sua versatilidade de uso, aspecto social e desdobramentos de produção animal, tem-se gerado um aumento no consumo deste produto, havendo por tanto, a necessidade de se incrementar a produtividade

da cultura por área plantada. Na safra 2012/2013, o Brasil produziu 81,345 milhões de toneladas de milho, ocupando uma área de 15.904,6 mil hectares (CONAB, 2013).

Ao analisar a potencialidade e a importância da produção de milho no Brasil como insumo para diversos outros setores, verifica-se que é fundamental o investimento em novas tecnologias capazes de aumentar a produtividade e assim reduzir os custos das lavouras (Trava, 2013).

O grão é a principal fonte energética e uma importante fonte de aminoácidos na alimentação de aves e suínos, participando em mais de 60% do balanceamento de uma ração. Este ingrediente também é tradicionalmente o material mais utilizado para ensilagem, devido ao seu alto potencial de rendimento na produção de biomassa e pela qualidade bromatológica da fonte de nutrientes, preenchendo os requisitos para confecção de uma boa silagem. No Brasil, a literatura cita produtividades em torno de 50 a 58 Mega gramas de forragem por hectare, quando cortado no momento ideal para ensilagem, sendo a cultura mais utilizada para se ensilar e de grande aceitação pelos ruminantes (Ferreira, 2001).

O momento adequado para o corte é quando a MS está entre 30 e 35% e o grão apresenta 2/3 da linha de leite transformado em amido. A digestibilidade da planta sofre alterações com o avançar da maturação fisiológica e isso pode ser explicado pelas diferenças nos componentes da planta em diferentes estádios de maturação, sendo que, nos estádio iniciais existe maior participação do colmo. Posteriormente, em estádios mais avançados, a maior participação do colmo é substituída pela fração grãos, a qual se caracteriza por maior quantidade e densidade energética e ainda maior teor matéria seca. Ao mesmo tempo, o colmo perde qualidade pelo espessamento e lignificação da parede celular (Cruz et al (2001).

O milho é um dos mais importantes alimentos do setor agrícola, sendo elemento básico da ração animal por ter boas qualidades nutricionais. A reposta do animal à silagem depende do processo de ensilagem e fermentação, pois, exerce influência marcante na composição química, ingestão e digestibilidade desse alimento (Krizsam e Randby, 2007).

A qualidade da silagem está relacionada com o valor nutritivo e com a quantidade de forragem ingerida pelos animais. Entre outros fatores, o teor de

proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) tem sido considerado parâmetros importantes para a avaliação do valor nutritivo das forragens (Trava, 2013).

O milho para silagem requer uma série de cuidados especiais com relação ao manejo do solo. Com a colheita da parte aérea (palha e os grãos), grandes quantidades de nutrientes são extraídos, podendo causar desbalanço nutricional e empobrecimento do solo e como consequência diminuição na produtividade e da qualidade da silagem. A manutenção da produtividade e da qualidade da silagem necessita de uma reposição eficiente dos nutrientes absorvidos pela cultura e exportados na colheita, bem como as aqueles perdidos por erosão, volatilização e lixiviação. Assim, uma reposição deve ser feita através de adubação química, adubação verde/orgânica e fixação biológica de nitrogênio (França e Coelho, 2001).

O conceito de produtividade esperada é utilizado com frequência nas culturas e este delimita critérios para utilização de adubação. Um desses critérios é o princípio que culturas mais produtivas requerem maiores quantidades de nutrientes. Porém, isso não se relaciona apenas com as doses de adubos aplicados, depende também da qualidade do solo, potencial da cultura, condições climáticas, controle de pragas e doenças entre outros. Na Tabela 3, estão dispostos os dados de produção e os valores requeridos de macronutrientes pela cultura do milho para silagem, de acordo com dados adaptados de Raij, et al., (1996).

Tabela 2: Valores de macrominerais extraídos pela cultura de milho para silagem com base na produtividade esperada.

Cultura	Produção MS Mg ha ⁻¹	N	P₂O₅ kg ha ⁻¹	K₂O
Milho	6 - 8	20	70	50
	8 - 10	30	90	50
	10 - 12	30	100	50

Fonte: Raij, et al., (1996).

Estudos como de França e Coelho, (2001) demonstram que a exportação de nitrogênio, fosforo e potássio aumentam linearmente com o aumento da produção. Nos grãos, o fósforo é translocado para as sementes (80 – 90%),

seguido pelo nitrogênio (75%) e o potássio (20 – 30%). Restos culturais do milho devolve grande parte desses nutrientes. No que diz respeito à silagem, junto com a parte vegetativa da planta são retirados os grãos, assim ocorre grande extração de nutrientes.

Diversos tipos de resíduos orgânicos podem ser utilizados como fonte de nutrientes às plantas, a cama de frango é gerada da criação de aves e está sendo utilizada com este fim. Para que as plantas possam absorver esses nutrientes, é necessária a transformação desses nutrientes da forma orgânica para a forma mineral. Diferente dos fertilizantes químicos os resíduos da criação de frangos possuem composição química muito variável, em função do material utilizado para o alojamento, alimentação dos frangos e manejo empregado, de forma que os fertilizantes químicos podem ser formulados especificamente para cada tipo de solo e cultura (Nakano Neto e Mello, 2010).

Nesse contexto, as adubações contínuas com esses resíduos podem gerar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo, e a gravidade desse problema dependerá da quantidade, da composição e decomposição do resíduo, do solo, tempo de utilização dos resíduos e da própria planta em extrair esses nutrientes (Seganfredo, 2009).

Pela taxa de mineralização ser lenta, algumas estratégias podem ser utilizadas, como o aumento da dosagem final do resíduo levando assim à planta maior quantidade de nutrientes ou aplicar anteriormente a semeadura, possibilitando um maior período para a liberação dos nutrientes através da decomposição da cama (Moreira, Siqueira, 2002).

4.3.Importância da matéria orgânica nas propriedades do solo

Em relação às atividades da agricultura e meio ambiente, as principais funções exercidas pelo solo são as de fornecer um meio para o crescimento vegetal e habitat para os animais e microrganismos, regular o fluxo de água no ambiente e servir como um tampão ambiental atenuando e degradando os compostos químicos e orgânicos que podem por ventura ser prejudiciais ao meio ambiente (Araújo e Monteiro, 2007).

A elevação do custo dos fertilizantes comerciais, e o aumento da poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa, do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de nutrientes. Esses fatos geram um aumento na demanda por informações com intuito de avaliar a viabilidade técnica e econômica para a disposição de alguns desses resíduos em solos agrícolas (Santos et al., 2011). A utilização de cama de aviário como fonte de nutrientes para a agricultura proporciona uma destinação deste resíduo, na forma de disposição como material orgânico para adubação o que proporciona melhoria das propriedades químicas físicas e biológicas do solo e assim contribuindo para reduzir os custos de produção e a dependência de insumos externos à propriedade.

Nos agroecossistemas, os estoques de MOS podem ser influenciados pelas práticas de manejo. As alterações na matéria orgânica têm consequências sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e se mostram dependentes das condições do solo, do clima e das práticas culturais. O aumento no estoque de MOS é proveniente do sequestro de carbono (C) atmosférico, via fotossíntese, sendo, do ponto de vista ambiental, muito importante na mitigação da emissão de gases do efeito estufa. Os sistemas conservacionistas de manejo do solo podem de um lado reduzir as perdas e ao mesmo tempo aumentar as restituições de nutrientes ao sistema (LAL, 2004).

Quando o fluxo de entrada ou de saída de material orgânico for modificado, o sistema tende a um novo estado estável, com maior ou menor estoque de matéria orgânica, dependendo do tipo de modificação promovida nos fluxos. Para Pizzani (2008), as taxas de ganhos ou perdas de carbono orgânico são definidas, através da relação entre adições de carbono (C) por resíduos animais ou vegetais e perdas de C por mineralização da matéria orgânica do solo (MOS). No entanto, o solo é um reservatório com limites definidos e apresenta capacidade limitada em acumular C na forma de matéria orgânica do solo (MOS).

O conteúdo de MOS é considerado um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade ambiental em agroecossistemas. Sistemas conservacionistas de manejo promovem o aumento do conteúdo de MOS (Sá et al., 2001). O seu conteúdo, na maioria dos solos, varia entre 1 e 10 %. O estágio mais avançado de transformação é denominado húmus, cujas características típicas são: estado coloidal, cor escura e alta estabilidade no solo. A matéria orgânica do solo

quando humificada recebe, juntamente com a fração argila, a denominação comum de complexo coloidal do solo (Pizzani, 2008).

Para este mesmo autor, o conteúdo e a composição da matéria orgânica são consequência de fatores diversos como: tipo de vegetação, topografia, clima (principalmente temperatura e precipitação pluvial), mineralogia e por adição de compostos orgânicos a este solo. No solo, o acúmulo ou a destruição da matéria orgânica sofre o efeito da atividade dos microrganismos, os quais são afetados pelas condições de umidade, aeração, temperatura e reação do meio (pH), além do indispensável suprimento de nutrientes e de fontes de energia. Nos solos, a fração orgânica apresenta uma grande importância na capacidade de troca de cátions, complexação de Al tóxico e micronutrientes, atividade microbiana, e agregação, entre outras propriedades, direta ou indiretamente relacionadas. Desta forma, a diminuição dos estoques de matéria orgânica em decorrência do manejo inadequado do solo resulta em um processo acelerado de degradação física, química e biológica, com reflexos muito negativos na sua capacidade produtiva.

Antes de sua disposição no solo, os adubos orgânicos devem, sempre que possível, ser analisados previamente, pois a concentração dos nutrientes presentes pode variar muito. Os adubos orgânicos também apresentam taxas de liberação de nutrientes no solo muito variável, afetando a disponibilidade para as plantas. Resíduos de aves apresentam altos teores de fibras e lignina, maior relação C/N e menores quantidades de nutrientes da forma mineral, assim a liberação de nutrientes é mais lenta, pois a decomposição é mais demorada. Também, deve-se considerar que a fração mineral dos esterco e os elementos mineralizados no solo têm o mesmo efeito que os nutrientes contidos em fertilizantes minerais solúveis e estão sujeitos às mesmas reações químicas dos íons já presentes no solo, tais como insolubilização de fósforo, lixiviação de nitrato, volatilização de amônia, nitrificação, imobilização microbiana, etc (Colussi, 2013).

Os nutrientes presentes nos adubos orgânicos ocorrem, como já mencionado, na forma orgânica e mineral e a mineralização depende da temperatura, da umidade, práticas de cultivo e do teor de matéria orgânica no solo. Os adubos orgânicos além de serem fontes de macro e micronutrientes, podem também aumentar a solubilidade dos nutrientes já existentes no solo através da decomposição por microrganismos, ou reduzir a concentração através da atividade

iônica e da formação de complexos solúveis com ânions de ácidos orgânicos (Isherwood, 200).

A produtividade nos agrossistemas depende do processo de decomposição da matéria orgânica no solo e da consequente mineralização dos nutrientes. Neste aspecto, a biomassa microbiana do solo funciona como importante reservatório de nutrientes essenciais às plantas (Grisi e Gray, 1986). Esse processo de transformação consiste, primeiramente, na mineralização, considerado o mais importante para disponibilizar os nutrientes da fração orgânica (Barros, et al., 2011).

A função básica dos microrganismos do solo é a decomposição e a transformação de materiais orgânicos derivados de resíduos vegetais. Assim, comunidades microbianas desempenham um papel fundamental na manutenção do ecossistema, como no ciclo do carbono, ciclagem de nutrientes, ou produção baixa de gases do efeito estufa. Atividade microbiana do solo, a população e comunidade são influenciadas por variáveis ambientais e pelo sistema agrícola, tanto orgânico quanto convencional (Melero et al., 2005; Araújo et al., 2008).

As aplicações de compostos orgânicos apresentam vastos benefícios, principalmente em condições tropicais, pois, levam à decomposição mais rápida da matéria orgânica no solo. Sabe-se que a matéria orgânica é um componente extremamente importante, em termos de fertilidade do solo, atuando como fornecedora de nutrientes e aumentando a capacidade de troca de cátions (CTC), além de servir como fonte condicionadora das características físicas do solo (Kiehl, 1985).

A ação de microrganismos presentes nos compostos biodegradáveis existentes ou colocados no solo possibilita o suprimento de elementos minerais e químicos necessários ao desenvolvimento dos vegetais cultivados (Primavesi, 2008).

A ciclagem dos nutrientes depende intensamente da atividade dos microrganismos edáficos, no entanto, qualquer alteração no ambiente pela atividade antrópica pode alterar a diversidade e funcionalidade dos micro-organismos. Nesse contexto, organismos edáficos têm sido estudados e usados como indicadores biológicos no monitoramento das alterações ambientais decorrentes do uso de práticas agrícolas (Silva et al., 2013).

4.3.1. Biomassa microbiana

A biomassa microbiana do solo (BMS) é um dos componentes que controla a decomposição e o acúmulo de matéria orgânica e as transformações envolvendo nutrientes minerais (Lopes et al., 2012). Representando uma reserva considerável de nutrientes, os quais são assimilados durante os ciclos de crescimento dos organismos que compõem o ecossistema (Araújo e Monteiro, 2007).

A BMS é o componente vivo da matéria orgânica e sensível às alterações ocorridas no ambiente, sendo considerado um indicador do grau de sustentabilidade de um sistema agrícola. A BMS é constituída por vários grupos de organismos, na sua maioria, por fungos e bactérias, mas também por vírus, protozoários e actinomicetos, que atuam em processos de manutenção do ecossistema. Solos que mantêm alto conteúdo de biomassa microbiana são capazes não somente de estocar, mas também de ciclar mais nutrientes no sistema (Berthrong et al., 2013).

As bactérias e os fungos se relacionam com as culturas podendo estabelecer relações simbióticas, com isso, aumentam a capacidade da planta a suportar estresses hídricos ou baixas concentrações de nutrientes no solo. A micorriza, que representa a associação simbiótica entre os fungos benéficos e específicos do solo com as raízes das plantas, resultando assim em uma melhor conservação e aumento na capacidade de absorção de nutrientes (Oliveira et al., 2012).

As transformações da matéria orgânica nos ecossistemas agrícolas são dependentes da biomassa microbiana e isso gera manutenção ou aumento na produtividade (Gama-Rodrigues et al., 2008). Entre as atividades da BMS está a decomposição dos compostos orgânicos, fazendo assim a ciclagem dos nutrientes regulando o fluxo de energia do solo. E por essa atividade ser de grande importância, a BMS e sua atividade são apontadas como as características mais sensíveis às alterações na qualidade do solo, causadas por mudanças de uso e práticas de manejo (Silva et al., 2010).

A BMS é compartimento da matéria orgânica que sofre diretamente as influências dos fatores abióticos e bióticos. As respostas a mudanças nos

sistemas de uso e manejo do solo podem ser detectáveis mais rapidamente pela biomassa microbiana e seus metabólitos do que nos teores de C do solo e isso se dá principalmente ao tempo de ciclagem da matéria orgânica (Gama-Rodrigues et al., 2005).

A utilização de estimativas da biomassa microbiana tem sido reportada em estudos de fluxo de carbono, ciclagem de nutrientes e produtividade das plantas em diferentes ecossistemas. Isso tem possibilitado a associação de quantidades de nutrientes imobilizados e a atividade da BMS com fertilidade e potencial de produtividade das culturas (Gama-Rodrigues et al., 2008).

4.3.2. Respiração microbiana do solo

A respiração do solo é definida como a oxidação biológica da matéria orgânica a CO_2 através do metabolismo dos microrganismos aeróbios presentes no solo e ocupa papel chave no ciclo do carbono nos ecossistemas terrestres. A avaliação da respiração do solo é a técnica mais frequente para quantificar a atividade microbiana, sendo positivamente relacionada com o conteúdo da matéria orgânica e com a biomassa (Alef e Nannipieri, 1995).

A atividade antrópica em qualquer sistema estável gera grandes perdas de carbono superando os ganhos e isso pode gerar um empobrecimento do solo com o passar dos anos. Essas perdas acontecem por liberação de CO_2 pela respiração da microbiota do solo pela decomposição da matéria orgânica por meio da hidrólise microbiana, da lixiviação e perdas por erosão, sendo os dois últimos de menor expressão (Baretta et al., 2005).

A medida da respiração do solo é bastante variável e dependente, assim como outros processos metabólicos, a respiração é dependente do estado fisiológico da célula microbiana e é influenciada por diversos fatores do solo: umidade, temperatura, estrutura, disponibilidade de nutrientes, relação C/N, textura e presença de resíduos orgânicos. Altos níveis de respiração podem indicar tanto um distúrbio como uma alta taxa de produtividade do ecossistema (Silva et al., 2010).

A combinação das medidas de biomassa microbiana e a respiração do solo fornecem a quantidade de CO_2 evoluída por unidade de biomassa, denominada quociente metabólico ($q\text{CO}_2$). O $q\text{CO}_2$ indica a eficiência da biomassa em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo sensível indicador para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (Saviozzi et al., 2002).

O sistema de plantio direto, caracterizado pela ausência de revolvimento do solo e que produza o aporte de resíduos culturais na superfície do solo, promove menor impacto a estrutura do solo e tem sido apontado em diversos estudos como uma prática que beneficia a flora e a fauna do solo (Silva et al., 2011).

4.3.3. Relação carbono da biomassa e carbono orgânico total

A relação entre carbono microbiano e carbono orgânico total (CBM/COT) tem sido utilizada como indicador de qualidade da matéria orgânica e expressa a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o C desta matéria orgânica (Baretta et al., 2005). Essa relação reflete em processo de grande importância principalmente relacionados a degradação da matéria orgânica, bem como, a eficiência de transformação e conversão do carbono desta em carbono microbiano (Sparling, 1992).

Valores maiores e menores expressam acúmulo ou perda de C respectivamente, o valor de 2,2% é considerado por muitos autores como sendo o sendo o nível em que o solo apresenta equilíbrio (Wardle e Hungria, 1994; Baretta et al., 2005).

Estudos sobre os atributos biológicos indicadores de qualidade de um Latossolo Vermelho, como de D'Andréa et al., (2002), demonstram que na camada superficial do solo (0 -10 cm), ocorrem maiores valores para mata nativa de cerrado, quando comparada com pastagem, plantio direto e plantio convencional de longa duração, podendo essa diferença alcançar níveis de até 8,10%, demonstrando maiores acúmulos de carbono. Isso também foi observado por Balota et al., (1998), onde valores de CBM/COT são mais elevados em solos com plantio direto do que em sistema convencional, devido ao maior aporte de resíduos culturais.

Diversos fatores influem a razão CBM/COT e conforme Sparling (1992), os principais são: grau de estabilização do carbono orgânico e o histórico de manejo do solo.

Em razão da importância dos atributos biológicos para os processos que ocorrem no solo, verifica-se que estudos a respeito da quantidade e atividade da biomassa microbiana, podem fornecer subsídios para o melhor uso da terra. Em virtude disso, Souza et al., (2006) em experimentos realizados em 11 municípios, contataram a influência dos parâmetros biológicos do solo CBM e $q\text{CO}_2$ na produtividade de massa seca em plantios de soja (*Glycine max*). Houve correlação positiva entre maiores produções de massa seca e maiores valores de CBM, demonstrando a importância desse atributo para a produção e respostas na agricultura. Já para o $q\text{CO}_2$ essa relação foi inversa, demonstrando a utilização do carbono na produção ao invés de perde-lo na forma de CO_2 .

Neste sentido, os micro-organismos se enquadram como sensíveis indicadores da qualidade do solo. Sua biomassa microbiana, sua taxa de respiração e o seu quociente metabólico podem ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais decorrentes de práticas agrícolas (Alcantara et al., 2007) e avaliar os efeitos da aplicação de biossólidos na biologia do solo (Trannin et al., 2007).

5. Objetivos

5.1. Objetivo geral

- Avaliar a produtividade do milho para silagem com a utilização de dois tipos de cama de frango (Palha de arroz e Maravalha) em quatros tratamentos (2,5; 5,0; 7,5; 10,0 Mg ha⁻¹);

5.2. Objetivos específicos

- Avaliar a produtividade do milho silagem;
- Avaliar as respostas microbiológicas do solo;
- Avaliar os componentes produtivos da silagem de milho em relação a quantidade de cama de frango aplicada;

6. Referências Bibliográficas

ALCANTARA, R.M.C.M.; ARAÚJO, A.M.S.; LIMA, A.A.; HAIM, P.G.; SILVA, E.E. Avaliação da biomassa microbiana do solo em sistemas orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2: 191-193, 2007.

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Ed.) Methods in applied soil microbiology and biochemistry. **Academic Press**: London, 576 p, 1995.

ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, 3: 66-75, 2007.

ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS, V.B.; MONTEIRO, R.T.R. Responses of soil microbial biomass and activity for practices of organic and conventional farming systems in Piauí state. Brazil. **European Journal of Soil Biology**, 44: 225-230, 2008.

BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes distemas de prepare e sucessão de culturas. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 22: 641 – 649, 1998.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; FIGUEIREDO, S.R.; KLAUBERG, O. FILHO. Efeito do monocultivo de Pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 29: 715-724, 2005.

BARROS, F.M.; MARTINEZ, M.A.; MATOS, A.T.; ROCHA F.A.; SILVA, D.P.; Mineralização de Nitrogênio em dejetos de suínos. **Enciclopédia Biosfera**, n: 12, 1-12, 2011.

BERTHRONG, S.T.; BUCKLEY, D.H.; DRINKWATER, L.E. Agricultural management and labile carbon additions affect soil microbial community structure and interact with carbon and nitrogen cycling. **Microbial Ecology**, 66: 158 – 170, 2013.

BOBATO, A. **Índice nutricional do nitrogênio: uma ferramenta para o diagnóstico do estado nutricional da cultura do milho**. 2006. 76f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

COLUSSI G. **Escarificação e adubação com cama de aves na produção de Tifton 85**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), 2013

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb>>. Acesso em 25 setembro, 2013.

COSTA, A. da M.; BORGES, E. N.; SILVA, A. N. GUIMARÃES, E. C.; Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência Agrotécnica**, 33: 1991-1998, 2009.

CRUZ J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J. In: **Produção e Utilização de Silagem de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001, 11 – 38.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C.; Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do Estado de Goiás. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 26: 913-923, 2002.

FERREIRA, J.J. Características qualitativas e produtivas da planta de milho e sorgo para silagem. In: CRUZ J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J. In: **Produção e Utilização de Silagem de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001, 383 – 405.

FRANÇA, G.E.de; COELHO, A.M.; Adubação do milho para silagem. In: CRUZ J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J. In: **Produção e Utilização de Silagem de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001, 53 – 84.

FUKAYAMA, E.H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2008. 99 f. Tese (Doutorado em Zootecnia).

GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.. SANTOS, G.A. Nitrogênio, carbono e a atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 9: 893 – 901, 2005.

GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F.; VIANA, A.P.; SANTOS, G.A. Alterações na biomassa e na atividade microbiana da serapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa por plantações de eucalipto, em diferentes sítios da região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 32: 1489 - 1499, 2008.

GRISI, B.M.; GRAY, T.R.G. Comparação dos métodos de fumigação, a taxa de respiração em resposta à adição de glicose e conteúdo de ATP, para estimar a biomassa microbiana dos solos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 10: 1986.

ISHERWOOD, K.F. Mineral fertilizer use and the environment. INFA (International Fertilizer Industry Association) – **UNEP (United Nations Environment Programme)**. Paris, fev. 2000.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.

KONZEN, E.A., ALVARENGA, R.C. Cultura do milho. Fertilidade se solos. Adubação orgânica. In: EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **V Seminário técnico da cultura de milho. 2010.** <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/ferorganica.htm>. Acesso em: 16. Outubro, 2013.

KRIZSAM, S.J.; RANDBY, A.T. The effect of fermentation quality on the voluntary intake of grass silage by growing cattle fed silage as sole feed. **Journal of Animal Science**, 85: 984 – 996, 2007.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security, **Science**, 304: 1623 – 1627, 2004.

LOPES, A.A.C.; SOUSA, D.M.G.; CHAER, G.M.; JUNIOR, F.B.R.; GOEDERT, W.J.; MENDES, I.C. Interpretation of microbial soil indicators as a function of crop yield and organic carbon. **Soil Science Society of America Journal**, v. 77, n. 2, p. 461-472, 2012.

MAPA, Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 8**, de 25 de Março de 2004.

MARÍN, O.L.Z. **Características e avaliação do potencial fertilizante e poluente de distintas camas de frango submetidas a reusos sequenciais na Zona da Mata do estado de Minas Gerais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola).

MELERO, S.; PORRAS, J. C. R.; HERENCIA, J. F.; MADEJON, E.; Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. **Soil & Tillage Research**. v. 90, p. 162-170, 2005.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002.

NAKANO NETO, M.; MELLO, S.P.de. Produção de silagens milho (*Zea Mays L.*) com diferentes adubações. **Nucleus**, 7: 155 - 164, 2010.

NOCE, M.A.; CARVALHO, D.O.; OLIVEIRA, A.C.; CHAVES, F.F.; Fertilização orgânica do milho para silagem utilizando cama de frango em doses e sistemas de aplicação distintos. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Goiânia, 2010. **CD-Rom**. Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

OLIVEIRA, L.C.de; STANGARLIN, J.R.; LANA, M. do C.; SIMON, D.N.; ZIMMERMANN, A. Influência de adubações e manejo de adubo verde nos atributos biológicos de solo cultivado com alface (*Lactuca sativa L.*) em sistema de cultivo orgânico. **Arquivo Instituto Biológico**, 79: 557 – 565, 2012.

PALHARES, J.C.P. **Uso da cama de frango na produção de biogás**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 60 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica, 41).

PIZZANI, R. **Produção e qualidade de forragens e atributos de um Argissolo Vermelho**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2008, 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo).

PRIMAVESI, A. M.; Agroecologia e manejo do solo. **Agriculturas**, 5: 7-10, 2008.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H. QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.MC. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, **2. ed, Campinas Instituto Agrônomo e Fundação**, 285 p. 1996.

SANTOS, D.H.; SILVA, M.A.; TIRITAN, C.S.; FOLONI, J.S.S.; ECHER, F.R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 15: 443 - 449, 2011.

SANTOS, T.M.B. dos; LUCAS, J.de Jr.; SAKOMURA, N.K. Effects of broiler atocking density and poultry litter reuse in broiler performance and poultry litter production. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, 100: 45 – 52, 2005.

SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALDI, R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: A laboratory study. **Biology Fertility Soils**, 35: 96-101, 2002.

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A.; LAL, R.; VENSKE FILHO, S.P.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.E. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a brazilian oxisol. **Soil Science Society of America Journal**, 65: 1486-1499, 2001.

SBARDELOTTO, G.A.; CASSOL, L.C. Desempenho da cultura do milho submetida a níveis crescente de cama de aviário. **Synergismus scyentifica**, 4: 1-3, 2009.

SEDIYAMA, M.A.N.; VIDIGAL, S.M.; PEDROSA, M.W.; PINTO, C.L.O.; SALGADO, L.T.; Fermentação de esterco suínos para uso como adubo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 06: 638 - 644, 2008.

SEGANFREDO, M. A. A adubação com dejetos de suínos melhora ou polui o solo? **Embrapa** - Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves, 2009. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa>. Acesso em: 08 de janeiro de 2014.

SILVA, A.P; BABUJIA, L.C.; MATSUMOTO, L.S.; GUIMARÃES, M.F.; HUNGRIA, M. Bacterial diversity under different tillage and crop rotation systems in an oxisol of southern brazil. **The Open Agriculture Journal**, 7: (Supl 1-M6), 40 - 47, 2013.

SILVA, R.R. da; SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; MOREIRA, F.M.S. de; CURI, N.; ALOVISI, A.M.T.; Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das vertentes – MG. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 34: 1585-1592, 2010.

SILVA, V. J. da; CAMARGO, R. de; PIRES, S. C.; WENDLING, B.; integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto no cerrado brasileiro. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, 7: 1-12, 2011.

SOUZA, R.F.de; FAQUIN, V.; TORRES, P.R.F.; BALIZA, D.P. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 30: 975 – 983, 2006.

SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Journal of Soil Research**, 30: 195-207, 1992.

TRANNIN, I.C.B.de; SIQUEIRA, J;O; MOREIRA, F.M.S.de. Características biológicas do solo indicadoras de qualidade após dois anos de aplicação de biossólido industrial e cultivo de milho. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 31: 1173 – 1184, 2007.

TRAVA, C.M. **Parâmetros agronômicos e valor nutricional da silagem de milho com ou sem o gene *Bt* (*Bacillus thuringiensis*) com ovinos**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2013. 89 p. Dissertação (mestrado).

UBABEF. **União Brasileira de Avicultura**. Relatório Anual, 2013.

WARDLE, D.A. & HUNGRIA, M.A. A biomassa microbiana do solo e sua importância nos ecossistemas terrestres. In: ARAÚJO, R.S. & HUNGRIA, M., eds. **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília, Embrapa-SPI, 1994. p.193-216.

7. EFEITO DA ADUBAÇÃO COM CAMA DE AVIÁRIO NA CULTURA DO MILHO PARA SILAGEM E NOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO

Resumo

Com crescente aumento na produção de frangos no Brasil, é notório também o aumento na produção de cama de aviário surgindo assim, a necessidade de um manejo e destino adequado para este resíduo. A utilização da cama como fonte de nutrientes para a agricultura, entre elas a do milho, é uma alternativa promissora e de grande valor. Este estudo teve por objetivo avaliar a produtividade do milho para silagem quanto a: produção de Massa Seca [MS], Proteína Bruta [PB], Extrato Etéreo [EE], Matéria Mineral [MM] e Matéria Orgânica [MO] e os atributos microbiológicos do solo, Carbono da Biomassa Microbiana [CBM] e Quociente Metabólico [qCO_2] e a relação CBM/Carbono Orgânico Total [COT], em um LATOSSOLO VERMELHO eutroférico com adubação mineral (33 Kg de N, 80 Kg de P_2O_5 e 80 Kg de K_2O) e cama aviária (maravalha e palha de arroz) com os tratamentos 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 Mg ha⁻¹ no consórcio aveia/milho cultivado sob plantio direto na safra 2012/2013. Os tratamentos com cama de frango receberam, no ato da semeadura, 1/3 da adubação mineral. As coletas de solo foram realizadas na camada de 0 – 10 cm na entrelinha da cultura em diferentes épocas: (1) aveia, (2) pós-calagem, (3) pós-aplicação da cama aviária, (4) pós-herbicida, (5) pós-plantio do milho, (6) fase vegetativa e (7) fase reprodutiva. Os valores de CBM e qCO_2 foram influenciados pela atividade antrópica em todos os tratamentos, destacando a queda do CBM e aumento significativo de quociente metabólico no tratamento que recebeu adubação mineral. Nos tratamentos que receberam cama aviária, a relação CBM/COT demonstra maior eficiência na utilização do carbono, sem alterações significativas entre palha de arroz e maravalha. Para a produtividade de MS, não houve diferença entre os tratamentos utilizados e as fontes de adubação, tendo destaque os tratamentos 7,5 PA e 10 MAR que apresentaram os maiores níveis de proteína e extrato etéreo, sendo semelhantes aos tratamentos que receberam adubação mineral. Concluiu-se que os tratamentos com cama de aviário favoreceram o aproveitamento da matéria orgânica do solo, causando menor perturbação da atividade microbiológica e que a cama de aviário de maravalha e palha de arroz podem substituir 2/3 da adubação sem ocorrer perdas ou diminuição na produção e característica da silagem de milho.

Palavras chave: adubação orgânica, microbiologia do solo, decomposição, matéria orgânica e resíduos de aviários.

POULTRY LITTER FOR FERTILIZER EFFECT IN MAIZE FOR SILAGE AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS IN SOIL

Abstract

With crescent increase in brazilian chicken production, also remarkable the increase in poultry litter production appearing in this way, the need for a management and appropriate destination for this residue. The poultry litter use as a nutrient source for agriculture, including the maize, it is a valuable and promising alternative. The present research had the ambit to study maize productivity for silage as to: Dry Mass production [MS], Crude Protein [PB], Ether Extract [EE], Mineral matter [MM] and Organic Matter [MO] and microbiological soil properties, Microbial Biomass Carbon [CBM] and Metabolic Quotient [$q\text{CO}_2$] and the relation CBM/ Total Organic Carbon [COT], in a Rhodic Eutrudox with mineral fertilizer (33 Kg N, 80 Kg P_2O_5 e 80 Kg K_2O) and poultry litter (wood shavings and rice straw) with the treatments 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 Mg ha^{-1} in consortium oats/maize grown under no-till on crop 2012/2013. The treatments with poultry litter received, at the sowing time, 1/3 mineral fertilizer. The soil sampling were performed in the layer 0 – 10 cm in the inter row at times different (1) oats, (2) after liming, (3) poultry litter after application (4) after herbicide, (5) after corn planting, (6) vegetative phase and (7) reproductive phase. the CBM and $q\text{CO}_2$ values were influenced by anthropogenic activity in all treatments, highlighting the CBM fall and significant increase in quotient metabolic in the treatment with mineral fertilizers. The treatments that received poultry litter, the relation CBM/COT demonstrates greater efficiency in the carbon use, no significant changes between rice straw and wood shavings. For the MS production, there was no difference between treatments and nutrient sources, featured the treatments 7,5 PA and 10 MAR that showed the highest levels of protein and ether extract, similar the treatment with mineral fertilizers. Concluded that treatments with poultry litter favored the soil organic matter use, causing less microbiological activity disturbance and that the wood shavings and rice straw poultry litter can replace 2/3 of fertilization lossless or decrease production and corn silage characteristic.

Key words: organic fertilizer, microbial biomass, decomposition, organic matter and waste from poultry.

Introdução

Juntamente com o crescimento exponencial da população ocorre a crescente demanda por alimentos. Para satisfazer a necessidade de produção de alimentos, ocorre a geração de maiores quantidades de resíduos que se não manejados corretamente, poluem o ar, água e o solo. Desse modo, a inclusão do conceito de sustentabilidade e gestão ambiental tornam fatores importantes na atividade agropecuária atual.

A busca do desenvolvimento sustentável representa um dos maiores desafios para a humanidade. O Brasil, terceiro maior produtor de carne de frango do mundo, no ano de 2012, produziu 12.645 milhões de toneladas, sendo o estado do Paraná responsável por 30,59% do abate nacional de carcaças (UBABEF, 2013). Segundo Marín (2011), a produção média de resíduo final de cama de frango é em torno de 2,2 kg por unidade de frango de corte. Estudos mostram que a cama pode ser reutilizada de 1 a 6 vezes sem que haja diferenças significativas no que se refere à mortalidade, ganho de peso, consumo de ração, eficiência alimentar e qualidade das carcaças evidenciando ou algumas propriedades benéficas para os plantéis com a imunidade adquirida (Fukayama, 2008).

Atualmente, a exploração avícola tem se caracterizado pela produção de frangos mais precoces. Esse desenvolvimento está ancorado nos avanços da genética, nutrição, sanidade e manejo. Graças a esse desenvolvimento a produção cada vez maior de frangos gera quantidades maiores de cama de aviário (UBABEF, 2013). Segundo Costa et al. (2009), a cama de frango, é um material rico em nutrientes e por estar disponível nas propriedades a um baixo custo, pode ser viabilizado na adubação das culturas comerciais.

Devido a essas características a cama de aviário vem sendo empregada na adubação de grandes culturas como a de milho (*Zea mays* L.) que é um dos principais cereais cultivados e consumidos em todo o mundo (Bobato, 2006). Conhecido por sua versatilidade de uso, aspecto social e desdobramentos de produção humana e animal, tem-se gerado um aumento no consumo deste produto, havendo a necessidade de incrementar a produtividade da cultura por área plantada. Na safra 2012/2013, o Brasil produziu 81,345 milhões de toneladas de milho, ocupando uma área de 15.904,6 mil hectares (CONAB, 2013). Este ingrediente também é tradicionalmente o material mais utilizado para ensilagem, devido ao seu

alto potencial de rendimento na produção de massa e pela qualidade bromatológica, confirmando a confecção de uma boa silagem (Ferreira, 2001).

O milho para silagem requer cuidados especiais com manejo de adubação, devido à colheita total da planta, não deixando resíduo de palhada, assim são extraídos grandes quantidades de nutrientes do solo e como consequência pode levar a diminuição da produtividade e na qualidade da silagem. Para ter a manutenção das características desejadas de uma boa silagem necessita-se de uma reposição eficiente dos nutrientes absorvidos pela cultura e exportados na colheita sendo essa reposição através de adubações química, verde/orgânica (França & Coelho, 2001).

O efeito da matéria orgânica sobre a produtividade pode ser direto, por meio de fornecimento de nutrientes ou pela melhoria das propriedades físicas do solo melhorando o ambiente e estimulando o desenvolvimento das plantas. A utilização de cama aviária, além de ser rica em nutrientes, melhora a produtividade da lavoura com custo reduzido. No entanto, cabe ressaltar que o uso de adubos orgânicos promove a liberação lenta e gradual de nutrientes com a vantagem de aumentar do teor de MOS. O conteúdo de MOS é considerado um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade ambiental em agroecossistemas (Sá et al., 2001).

Alterações no ambiente do solo por adição de resíduos orgânicos pode afetar os microrganismos do solo que são considerados indicadores de sustentabilidade e qualidade ambiental em agrossistemas. Solos que mantêm alto conteúdo de BMS são capazes não somente de estocar, mas também de ciclar mais nutrientes no sistema (Berthrong et al., 2013). Já a respiração do solo, é definida como a oxidação biológica da matéria orgânica a CO_2 através do metabolismo dos microrganismos aeróbios e ocupa papel chave no ciclo do carbono nos ecossistemas terrestres.

A avaliação da respiração do solo é a técnica mais frequente para quantificar a atividade microbiana, sendo positivamente relacionada com o conteúdo da matéria orgânica e com a biomassa (Alef & Nannipieri, 1995). A relação entre carbono microbiano e carbono orgânico total (CBM/COT) é utilizada como indicador de qualidade da matéria orgânica e expressa a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o C da matéria orgânica. Essa relação reflete em processo de grande importância relacionada à degradação da matéria orgânica, eficiência de transformação e conversão do carbono desta em carbono microbiano (Baretta et al., 2005).

Nesse sentido, tem-se verificado a necessidade de maiores estudos relacionados ao uso da cama de aviário como adubo orgânico, na produtividade de culturas, bem como seu efeito nos microrganismos do solo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade do milho para silagem e o comportamento dos atributos microbiológicos do solo com a utilização cama de aviário na adubação.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido na fazenda experimental da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *campus* Luiz Meneghel (UENP/CLM), no município de Bandeirantes - Paraná em um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico sob plantio direto de milho sobre aveia preta, tendo suas características químicas descritas na Tabela 1;

Tabela 1: Principais características químicas do solo, formadas por amostras de 0 – 20 cm de profundidade:

Mat. Orgânica	pH (CaCl ₂)	P	K	Ca	Mg	Al	CTC
g/Kg		mg/dm ³			Cmol _c /dm ³		
22,77	4,44	5,19	0,16	5,89	1,93	0,35	12,91

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados, com 09 tratamentos e 04 repetições, gerando 36 parcelas conforme Tabela 2; A adubação mineral utilizada no tratamento controle foi de: 33 Kg de N, 80 Kg de P₂O₅ e 80 Kg de K₂O. Os tratamentos com cama de frango receberam, no ato da semeadura, 1/3 da adubação mineral, que tem por finalidade arranque inicial da planta, já as parcelas do tratamento AM receberam o restante da adubação (2/3 do fertilizante) no sulco da semeadura.

Tabela 2: Descrição dos tratamentos, formados por adubação mineral (AM), palha de arroz (PA) e maravalha (MAR):

Tratamentos	Descrição
1	Adubação Mineral – AM
2	1/3 AM + 2,5 Mg/ha de Palha de Arroz (PA)
3	1/3 AM + 5,0 Mg/ha de Palha de Arroz (PA)
4	1/3 AM + 7,5 Mg/ha de Palha de Arroz (PA)
5	1/3 AM + 10,0 Mg/ha de Palha de Arroz (PA)
6	1/3 AM + 2,5 Mg/ha de Maravalha (MAR)
7	1/3 AM + 5,0 Mg/ha de Maravalha (MAR)
8	1/3 AM + 7,5 Mg/ha de Maravalha (MAR)
9	1/3 AM + 10,0 Mg/ha de Maravalha (MAR)

Foi utilizado o cultivar híbrido de milho (*Zea mays* L.) 2b810PW de média a alta produtividade, com densidade de 55.000 plantas ha⁻¹, no espaçamento entre linhas de 0,90 m. Cada parcela experimental foi formada por 6,3 m de comprimento por 5,0 m de largura, com área total de 31,5 m². A adubação de cobertura foi realizada no momento que as plantas apresentavam 5 a 6 folhas totalmente desenroladas nos estágios vegetativo V5 e V6 (Magalhães & Durães, 2008) e receberam 200 kg ha⁻¹ de ureia (Rajj et al., 1996).

As camas foram coletadas de aviários de um único produtor estando assim sob o mesmo manejo (2º lote de frangos). As características químicas das camas encontram-se na Tabela 3. Os níveis de nutrientes das camas de aviário encontram-se na Tabela 4.

Tabela 3: Caracterização das camas de aviário compostas por maravalha [MAR] e palha de arroz [PA].

	P	K	Ca	Mg	S	C	N	C/N	B	Cu	Fe	Mg	Zn
			g kg ⁻¹				%				mg kg ⁻¹		
MAR	6,2	17,8	16,4	5,5	3,1	30,6	1,5	19,3	37,2	243,8	2114,8	348,3	203
PA	3,9	13,7	11,2	4,0	2,9	28,7	1,2	23,3	28,4	159,8	4853,4	444,3	130,5

Tabela 4: Níveis dos nutrientes das camas de aviário dispostos em cada parcela do experimento.

	N	K	Ca	Mg	S	P	B	Cu	Fe	Mg	Zn
	kg ha ⁻¹						g ha ⁻¹				
2,5 PA	30,8	34,3	28,1	10,2	7,2	9,9	71,2	399,6	12133,6	1110,8	326,2
5,0 PA	61,6	68,6	56,2	20,4	14,4	19,8	142,4	799,2	24267,2	2221,6	652,4
7,5 PA	92,4	102,9	84,3	30,6	21,6	29,7	213,6	1198,8	36400,8	3332,4	978,6
10 PA	123,2	137,2	112,4	40,8	28,8	39,6	284,8	1598,4	48534,4	4443,2	1304,8
2,5 MAR	39,6	44,6	41,2	13,8	7,7	15,6	93,0	609,6	5286,9	870,9	509,1
5,0 MAR	79,2	89,2	82,4	27,6	15,4	31,2	186,0	1219,2	10573,8	1741,8	1018,2
7,5 MAR	118,8	133,8	123,6	41,4	23,1	46,8	279,0	1828,8	15860,7	2612,7	1527,3
10 MAR	158,4	178,4	164,8	55,2	30,8	62,4	372,0	2438,4	21147,6	3483,6	2036,4

A coleta número um foi utilizada como base para recomendação e a utilização de calcário no experimento, a dose foi de 1,2 Mg ha⁻¹ distribuídos a lanço na área total do experimento conforme recomendado por Caires et al. (2006).

As coletas de solo para as análises microbiológicas foram realizadas na camada de 0 – 10 cm na entrelinha da cultura em sete momentos. Primeira coleta: o solo se encontrava com aveia de cobertura; segunda coleta ocorreu 7 dias após a aplicação de calcário; terceira coleta foi realizada 30 dias após a distribuição das camas de aviário; quarta coleta ocorreu 90 dias após a distribuição das camas e 7 dias após a aplicação de glifosato, sendo também utilizada de referência para o plantio do milho; quinta coleta ocorreu 122 dias após distribuição das camas se e 15 dias após a semeadura do milho onde a planta encontrava-se no estágio vegetativo iniciais; sexta coleta aconteceu 151 dias após a distribuição das camas e a planta estava entre os estágio vegetativo (V10) e reprodutivo (R1) e a sétima coleta foi realizada 207 dias após a distribuição das camas e o milho estava no momento em que o grão apresentava 2/3 da linha de leite transformada em amido (R4-R5) (Magalhães e Durães, 2008), conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 5: Descrição das atividades realizadas na área do durante o experimento.

Data	Manejo realizado na área do experimento
02/05/12	Semeadura da aveia de inverno;
30/05/12	1ª Coleta de solo para análise microbiológica e química para calagem;
28/06/12	Calagem com 1,2 Mg ha ⁻¹ ;
05/07/12	2ª Coleta de solo para análise microbiológica;
12/07/12	Distribuição da cama de aviário nos tratamentos;
07/08/12	3ª Coleta de solo para análise microbiológica;
26/09/12	Dessecação da aveia com glifosato;
02/10/12	4ª Coleta de solo para análise microbiológica e química para plantio do milho;
29/10/12	Semeadura do milho
13/11/12	5ª Coleta de solo para análise microbiológica;
30/11/12	Distribuição de ureia, 200 kg ha ⁻¹ ;
10/12/12	6ª Coleta de solo para análise microbiológica;
04/02/13	7ª Coleta de solo para análise microbiológica;

Cada amostra, composta por 7 sub amostras, foram homogeneizadas, peneiradas em malha de 2 mm e a umidade ajustada para 60% da capacidade de campo. O C da biomassa microbiana (CBM) foi determinado pelo método de fumigação-extração (Vance et al., 1987). O método utilizado para a análise do Carbono Orgânico Total (COT) (Walkley & Black, 1934). A partir dos valores do CBM e dos teores COT foi calculado a relação CBM/COT (Sparling, 1992). A atividade respiratória foi determinada pela quantificação de C-CO₂ segundo (Silva et al., 2007) e o quociente metabólico (qCO_2) é obtido pela razão entre a respiração e CBM.

Para a determinação da produtividade média de massa seca por planta e por hectare foram coletadas as plantas de dois metros lineares e de três linhas dentro de cada parcela, sendo que para cada linha foram obtidas 6 plantas nos 2 metros lineares, totalizando 18 plantas por parcela. Após isso todas as plantas foram pesadas, trituradas em partículas de tamanho médio de dois centímetros com auxílio de máquina colhedora de forragens ZF 92Z10 série 2, na engrenagem maior número 18 e na menor número 03. De cada parcela foram retiradas amostras em duplicata. As amostras foram pesadas e dispostas em estufa à 65° com ventilação forçada por 72 horas para determinação da porcentagem de matéria seca. Após a determinação da massa seca, foram determinados os níveis de matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) (Detmann et al., 2012).

Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA, e os resultados submetidos à análise de regressão quadrática e teste Tukey a significância de 5% (Statsoft, 2004).

Resultados e Discussão

Produtividade da silagem

Como resultado a cerca da porcentagem e da quantidade de massa seca por hectare não apresentaram diferenças entre as fontes de adubos utilizadas. Na Tabela 4, são apresentadas as características de produtividade da silagem em Mg ha⁻¹.

Tabela 4: Valores médios, da produtividade de matéria seca e dos componentes da silagem do milho, na massa seca adubada com diferentes tipos de adubos.

Tipo de Adubos	%MS(%) ²	MS(Mg ha ⁻¹) ³	EE(g) ⁴	PB(g) ⁵	MO(g) ⁶	MM(g) ⁷
Palha Arroz	29,00 ^a	12,60 ^a	6,27 ^{ab}	14,06 ^b	221,12 ^a	10,89 ^a
Maravalha	28,92 ^a	13,88 ^a	5,72 ^b	14,07 ^b	227,06 ^a	10,49 ^{ab}
Mineral	28,23 ^a	13,22 ^a	6,64 ^a	15,36 ^a	230,46 ^a	9,88 ^b
cv (%) ¹	7,40	7,40	11,81	8,26	7,59	10,22

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹coeficiente de variação; ²porcentagem de massa seca; ³produtividade de silagem na massa seca em Mg ha⁻¹; ⁴extrato etéreo; ⁵proteína bruta; ⁶matéria orgânica; ⁷matéria mineral.

O conhecimento quanto ao percentual de matéria seca presente na silagem é importante, pois é através dele que se faz o cálculo da dieta dos animais. Neste estudo os valores de porcentagem de massa seca ficaram entre os mais indicados para conservação e produção do milho que é de 28 a 35% de MS (Cruz & Pereira Filho, 2001).

Loureço et al. (2013), citam maiores produções com adubos minerais quando comparadas com cama de aviário, está interligado a maior solubilidade de nitrogênio (N) e fósforo (P) nos adubos químicos o que resulta em maior disponibilidade inicial desses à planta. Nas camas de frango, a fração solúvel em água desses elementos representa menos de 0,25% do total desses e o restante está em formas orgânicas que necessitam de mineralização para que esses nutrientes sejam liberados e aí sim absorvidos pelas plantas (CQFSRS/SC, 2004).

Hirzel & Walter (2008), trabalhando com três tratamentos (controle sem nenhuma adubação, tratamento com apenas adubação mineral e adubação orgânica com cama de aviário, usando 20 Mg ha⁻¹ durante três safras, constataram, que não houve diferença na produtividade de massa seca em todas as colheitas, demonstrando que os adubos orgânicos disponibilizam nutrientes às plantas de forma eficaz.

Os resultados aqui obtidos corroboram com os de Cesarino (2006) que trabalhando com dejetos de suínos obteve produtividade média de 12,44 Mg ha⁻¹ de massa seca. Graciano et al. (2006) trabalhou com mandioca salsa em um Latossolo Vermelho distroférrico e relatou maiores valores de produção de massa seca nos tratamentos que receberam cama de frango em cobertura comparados com aqueles que não receberam. Segundo esses autores essa resposta se deve a maior quantidade de nutrientes disponíveis nos tratamentos com cama de aviário.

Para Hoffman (2001), as vantagens da utilização de resíduos de origem animal podem ser assim elencadas: melhoria nas propriedades físicas e químicas do solo e no fornecimento de nutrientes; aumento no teor de matéria orgânica, melhorando assim a infiltração de água como também aumentando a capacidade de troca de cátions. Para este mesmo autor, a adubação com cama de aviário mostrou-se uma importante alternativa ao produtor em situações desfavoráveis de clima na produção de silagem, tendo em vista os benefícios que a adubação orgânica traz ao solo.

Segundo Costa et al. (2009), a velocidade de decomposição dos resíduos são influenciados pelas características químicas e do ambiente onde este se encontra. Essa diferença no tempo de decomposição dos esterco em relação aos materiais celulósicos assegura um fluxo contínuo de nutrientes no solo e isso determina uma taxa de liberação lenta e prolongada dos nutrientes que serão disponibilizados para as plantas.

Analisando os resultados apresentados na Tabela 4, observa-se que o valor do extrato etéreo foi maior no tratamento com adubação mineral diferindo da adubação com maravalha e apresentou o menor valor para este componente.

A porcentagem de proteína da silagem foi maior nas plantas que receberam adubação mineral quando comparada com a adubação com cama de frango e isso corrobora com os resultados obtidos por Cesarino (2006).

Se tratando do componente MO, o tipo de adubo não influenciou na resposta, pois todos os tratamentos foram semelhantes entre si. Para matéria mineral os valores também foram semelhantes entre si, observando maiores valores nos tratamentos com adubação orgânica. Isso também foi relatado por Cesarino (2006), que observou valores maiores de cinzas para os tratamentos com os resíduos orgânicos, provavelmente por estes estarem mais diluídos nas plantas.

Os efeitos na produtividade da silagem levando em consideração as fontes e as dosagens de adubação estão descritos na Tabela 5. Observa-se que não ocorreu diferenças nos resultados obtidos, assim como no estudo de Gomes et al. (2005) onde não observaram diferenças no rendimento da cultura de milho com a associação adubo químico e composto orgânico em quatro dosagens diferentes, demonstrando que os nutrientes, principalmente o nitrogênio que se encontra protegido nos adubos orgânicos evitando assim perdas por volatilização, são eficazes na adubação das grandes culturas.

Tabela 5: Valores médios da produtividade de massa seca e dos componentes da silagem de milho adubada com diferentes fontes e dosagens de cama de aviário.

Tratamento	%MS(%) ²	MS(Mg/ha) ³	MS PLANTA(g) ⁴	EE(g) ⁵	PB(g) ⁶	MO(g) ⁷	MM(g) ⁸
Mineral	28,23 ^a	13,23 ^a	240,35 ^a	6,65 ^a	15,36 ^{ab}	230,47 ^a	9,88 ^a
2,5 PA	28,91 ^a	12,15 ^a	221,78 ^a	5,96 ^{ab}	13,59 ^{ab}	210,86 ^a	10,92 ^a
5,0 PA	28,31 ^a	11,27 ^a	219,25 ^a	5,92 ^{ab}	12,27 ^b	209,10 ^a	10,15 ^a
7,5 PA	30,28 ^a	13,49 ^a	249,66 ^a	7,21 ^a	15,58 ^a	239,13 ^a	10,53 ^a
10 PA	28,51 ^a	13,50 ^a	241,49 ^a	6,02 ^{ab}	14,83 ^{ab}	229,50 ^a	11,98 ^a
2,5 MAR	28,38 ^a	13,46 ^a	224,93 ^a	4,35 ^b	12,74 ^{ab}	215,13 ^a	9,80 ^a
5,0 MAR	28,61 ^a	15,27 ^a	231,70 ^a	5,36 ^{ab}	13,94 ^{ab}	221,64 ^a	10,06 ^a
7,5 MAR	29,01 ^a	13,11 ^a	241,52 ^a	5,94 ^{ab}	14,96 ^{ab}	230,61 ^a	10,91 ^a
10 MAR	29,69 ^a	13,69 ^a	252,08 ^a	7,25 ^a	14,68 ^{ab}	240,90 ^a	11,19 ^a
cv (%) ¹	8,22	8,22	10,17	13,59	9,27	8,46	9,40

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹coeficiente de variação; ²porcentagem de matéria seca; ³matéria seca em mega gramas por hectare; ⁴massa seca de cada planta; ⁵extrato etéreo; ⁶proteína bruta; ⁷matéria orgânica; ⁸matéria mineral.

Em estudos desenvolvidos por Konzen (2003) em LATOSSOLO VERMELHO, demonstrou que a produtividade do milho silagem utilizando adubação com cama de aviário, em três doses 3,6; 5,0 e 7,5 Mg ha⁻¹, foi similar. De acordo com Menezes et al. (2009), a produtividade de massa seca de diversas forrageiras (Marandú, Tanzânia e Tifton-85) utilizando 10 Mg ha⁻¹ de cama de aviário foi semelhante a adubação mineral, da mesma forma que foi observado nesse estudo. Graciano et al.

(2006) trabalhando com produção e análises dos componentes de mandioca salsa em um Latossolo Vermelho distroférrico observou teores maiores de proteínas, lipídios fibras e proteínas em todos os órgãos das plantas cultivadas em solo que recebeu cama de frango comparado com aquele solo que não recebeu.

Os diferentes tratamentos não influenciaram nos valores de extrato etéreo da planta, sendo todos semelhantes aos tratamentos que receberam apenas adubação mineral. Enquanto que para a adubação com maravalha, o tratamento 10 MAR teve o maior teor deste elemento. Já o tratamento 2,5 MAR, foi o que apresentou menor teor deste elemento, e ainda, o valor do extrato etéreo para a palha de arroz, no tratamento 7,5 PA, foi semelhante ao encontrado no tratamento 10 MAR.

O maior conteúdo em gramas de proteína na planta foi observado no tratamento 7,5 PA e o menor foi encontrado no tratamento 5,0 PA. Os demais tratamentos não apresentaram diferenças entre o maior e o menor conteúdo encontrado. Silva et al. (2004) estudando os efeitos da adubação orgânica sobre o milho, constataram maior rendimento com a elevação da dose de esterco, isso pode ser observado nos tratamentos com maravalha, excetuando-se o tratamento 10 MAR. Isso não foi observado com os tratamentos com palha de arroz que teve variações entre as dosagens testadas, observando o mesmo que fora encontrado em testes com três doses de dejetos por Cesarino, (2006).

O conteúdo de proteína bruta no tecido foliar está diretamente relacionado ao teor de nitrogênio, que é em média 16% de nitrogênio na proteína bruta. Assim, seu valor depende da extração de nitrogênio pela planta. Gramíneas, em geral, extraem elevadas quantidades de nitrogênio e sua resposta varia em função da época do ano, espécie, fonte de nutrientes, fertilidade do solo e estágio de desenvolvimento da planta (Vielmo, 2008).

De acordo com os resultados obtidos por Colussi (2013), que pesquisou o desenvolvimento da gramínea Tifton 85 utilizando cama de aviário como fonte de adubação em uma série de quatro cortes, observou que a proteína foi superior nos terceiro e quarto cortes demonstrando a ciclagem mais lenta dos elementos, em contrapartida, mostrou-se eficaz na troca da adubação mineral pela orgânica.

As demais propriedades matéria orgânica e mineral não sofreram diferenças entre os tratamentos testados sendo semelhantes entre si. Segundo Sbardelotto & Cassol (2009), estudando em um LATOSSOLO VERMELHO distrófico, a ausência

de resposta significativa entre os tratamentos 2,5; 5,0; 7,5; e 10 Mg ha⁻¹, por eles testados deve-se ao fato do solo apresentar alta fertilidade inicial.

Carbono da biomassa microbiana do solo

O uso e manejo do solo promoveram alterações significativas no C da biomassa microbiana (CBM) influenciada tanto pela atividade antrópica quanto pelo desenvolvimento da planta em todos os momentos avaliados, destacando-se a queda nos momentos 2, 4, 6 e 7 (Figuras 1 e 2).

FIGURA 1: Média dos valores compostos por quatro repetições, nos sete momentos de coleta, demonstrando o comportamento do CBMS, nos tratamentos que receberam palha de arroz.

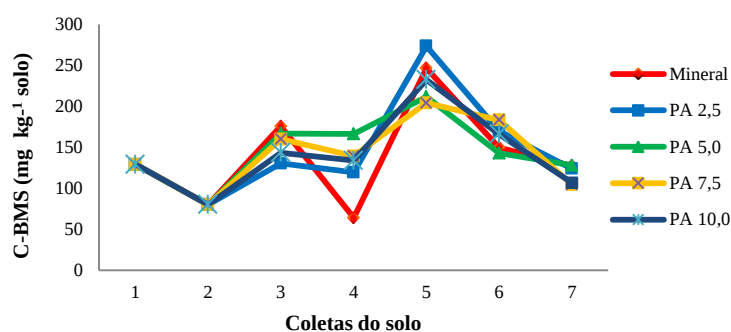
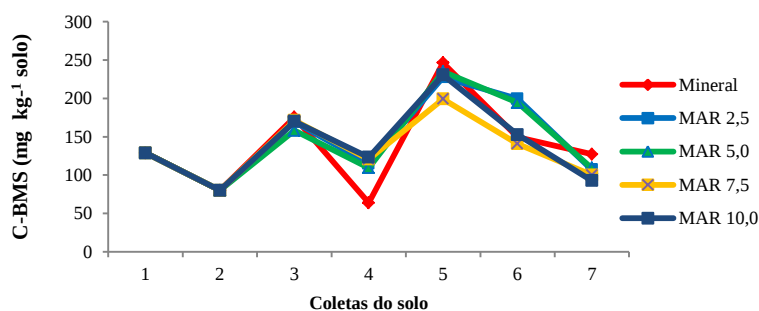


FIGURA 2: Média dos valores compostos por quatro repetições, nos sete momentos de coleta, demonstrando o comportamento do CBMS, nos tratamentos que receberam maravalha.



A queda no momento dois, provavelmente está relacionada ao manejo do solo e aplicação do calcário que influenciaram negativamente na atividade microbiana. Este padrão indica que a BMS diminuiu devido ao dano direto às células microbianas como também relatado por (Matias et al., 2009) que comprovou o mesmo fato trabalhando com análises dos estoques de carbono em situações e manejos diferentes do solo.

Comportamento antagônico foi observado no momento três onde apresentou valores que indicaram recuperação e crescimento da biomassa. Tal fato pode estar

relacionado ao aumento no CBMS de solos com a maior quantidade de resíduos orgânicos, atribuindo isso ao incremento no conteúdo de matéria orgânica e nutrientes no solo, o que favorece o crescimento microbiano esse efeito também foi observado por (Lopes, 2001). Em condições naturais, os microrganismos se encontram em equilíbrio, onde dependem das condições naturais do solo, nas áreas de cultivo tal equilíbrio é frequentemente perturbado (Silva et al., 2013).

Fato observado no momento quatro que apresentou interação negativa a aplicação de herbicida, apresentando quedas nos valores de CBMS. O mesmo foi observado por Venzke Filho et al. (2008), os quais mostraram que a aplicação de herbicida promovem redução na quantidade e ainda altera a composição da BMS. Kaschuk et al. (2010) também relataram que a aplicação de herbicidas em repetidas safras, comprometeu a sobrevivência e o desenvolvimento da biomassa microbiana e na maioria das vezes, há uma diminuição da eficácia na utilização de recursos C no solo. Contudo Silva et al. (2010) observaram apenas efeitos transitórios dos agroquímicos. Fato que condiz com o observado na coleta cinco que apresentou teor significativo do carbono microbiano comparado aos demais momentos. Isso está relacionado com o observado por Ferreira et al. (2007) que demonstrou que uma cultura de verão quando está estabelecida em sua plenitude, ela pode estimular a comunidade microbiana do solo por meio de efeitos sobre a rizosfera.

As coletas seis e sete apresentaram queda significativa nos valores de CBMS, isso já era esperado e está relacionado ao estágio fenológico da planta, onde ocorre diminuição na exsudação de fotossintáticos importantes na manutenção da comunidade microbiana do solo. A influência na BMS pode ser direta pela seleção na rizosfera, ou indireta, por meio das fontes de C provenientes dos resíduos culturais ou pela adição de compostos orgânicos (Silva et al., 2010). Portanto, a BMS e a atividade desta, são atributos muito sensíveis ao manejo do solo, sendo os primeiros a serem afetados quando há ação antrópica sobre o sistema, o que permite seu uso como indicador de qualidade do solo.

Quociente metabólico (qCO_2)

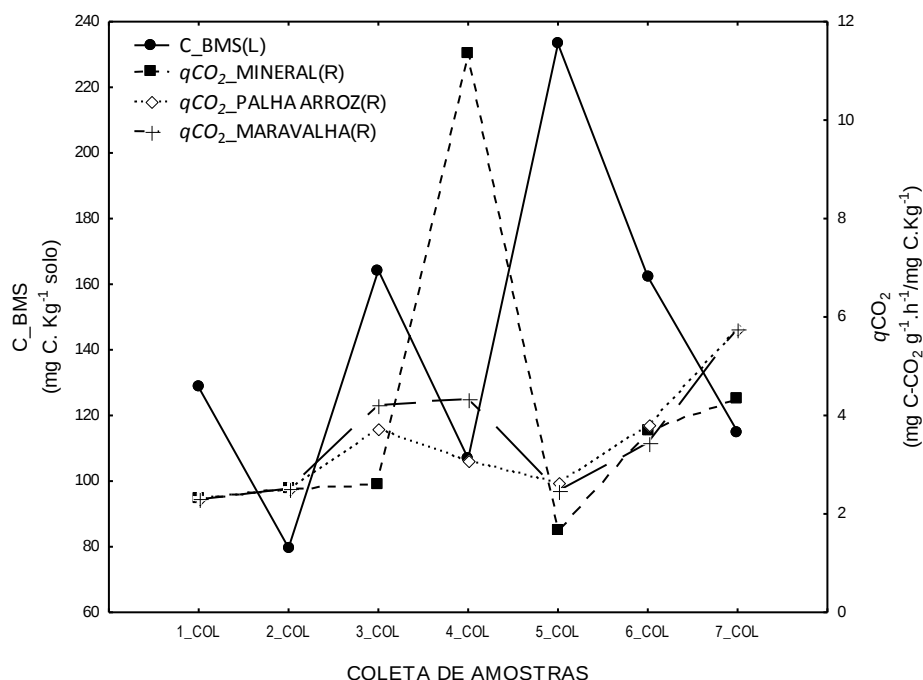
Analisando resultados obtidos, observa-se direta influência da BMS sobre as variações qCO_2 , porém, destaca-se aumento expressivo na atividade metabólica dos microrganismos após aplicação de herbicida (coleta 4), ocorrendo maior estresse nos tratamentos com adubação mineral em comparação com os tratamentos com

camas aviária (Figura 3). Isso pode estar relacionado a resíduos culturais e ou material recém-adicionado ao solo que age na agregação da MO às partículas do solo, sendo barreira física protegendo a BMS, como descrito por Six et al. (2006).

Impacto gerado pelo manejo do solo promove desvio de energia do crescimento e reprodução para a manutenção celular, elevando os valores de $q\text{CO}_2$. Durante um estresse na BMS, ocorre direcionamento de energia para a manutenção celular em lugar do crescimento, de forma que uma proporção de carbono da biomassa será perdida na forma de CO_2 (Araújo & Monteiro, 2007). Os resultados obtidos demonstram que, os tratamentos com cama de aviário tiveram menor efeito adverso a comunidade microbiana aos que não receberam, mantendo maior eficiência na ciclagem dos nutrientes presentes na fração orgânica destes materiais. Baixos valores de $q\text{CO}_2$, tem-se menores valores de carbono perdido

Altos valores de $q\text{CO}_2$ são indicativos de maior requerimento energético pela BMS e consequente acelerada decomposição da MOS e isso poderá refletir em decréscimo no estoque e na qualidade da matéria orgânica. (Baretta et al., 2005).

Figura 3: Comportamento do $q\text{CO}_2$ em função da variação do C-BMS nos diferentes momentos de amostragem do solo.



Relação entre CBM/COT

No presente trabalho os valores da relação CBM/COT reduziram com o aumento das dosagens de cama aviária. Sendo nos tratamentos que receberam palha de arroz foi verificado pela regressão quadrática ($R^2 = 0,8306$) (FIGURA 4) e para a maravalha ($R^2 = 0,8394$) (FIGURA 5), uma tendência no uso eficiente de carbono orgânico total. Em todos os tratamentos não foi observado maior taxa de decomposição da palha de arroz, mesmo a maravalha apresentando uma composição mais lignificada de difícil e demorada decomposição, podendo esta ser utilizada na adubação das culturas.

A relação entre carbono microbiano e carbono orgânico total (CBM/COT) tem sido utilizada como indicador de qualidade da matéria orgânica presente no solo, esses valores expressam a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o C (Baretta et al., 2005). Valores maiores e menores expressam acúmulo ou perda de C respectivamente, o valor de 2,2% é considerado pelos autores como sendo o nível em que o solo apresenta equilíbrio e é melhor observado em solos com mata nativa (Wardle & Hungria, 1994; Baretta et al., 2005).

Uma condição favorável é a elevação deste índice, o que gera um ambiente otimizado à microbiota do solo, podendo estar relacionado ao maior aporte contínuo e variado de substratos influenciando a taxa de decomposição deste material Cardoso et al. (2009); Silva et al. (2010).

Flutuações nos valores da relação CBM/COT refletem da entrada de matéria orgânica nos solos, eficiência da conversão do CBM, perdas de carbono e a estabilização do carbono orgânico pela fração mineral do solo. Essa relação indica se o C está em equilíbrio, acumulando ou diminuindo. Esse carbono está presente na parte lábil ou na recalcitrante do solo, assim sendo, a parte lábil atua diretamente na ciclagem do C podendo responder com mais rapidez a mudança nos níveis de entrada e decomposição de matéria orgânica (Balota et al., 1998).

Nos dois tipos de cama, nas maiores dosagens (7,5 e 10,0 Mg.ha⁻¹), os micro-organismos não foram capazes de realizar a mineralização dos nutrientes e isto ocorre de maneira significativa para os dois tratamentos. De acordo com Silva et al. (2010), relações baixas de CBM/COT, apresentam condição de estresse e nessas condições a taxa de utilização de C pela BMS é menor.

FIGURA 4: Comportamento da relação CBM/COT nas diferentes dosagens de palha de arroz utilizadas no experimento.

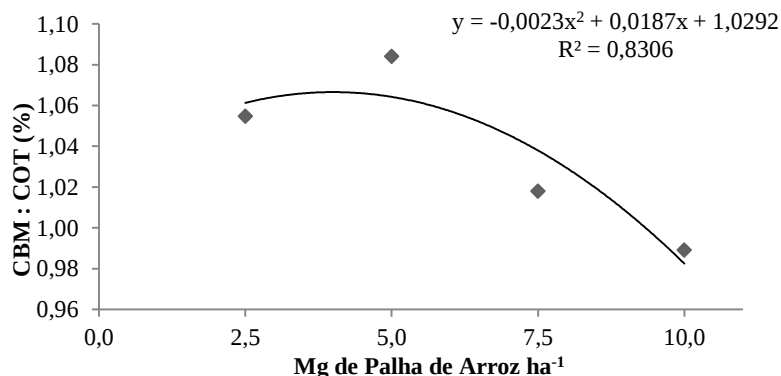
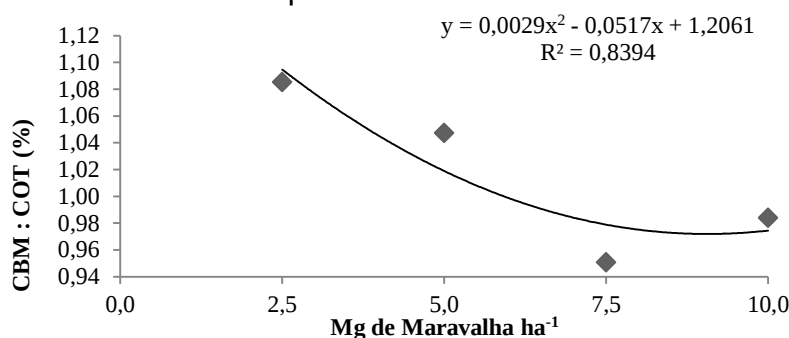


FIGURA 5: Comportamento da relação CBM/COT nas diferentes dosagens de maravalha utilizadas no experimento.



Têm sido observado em vários trabalhos correlações positivas entre os parâmetros microbiológicos e a produção de culturas. Os tratamentos 2,5 e 5,0 tanto de palha de arroz quanto os mesmos de maravalha apresentaram os maiores valores para a relação CBM/COT, mostrando assim que ocorreu uma maior decomposição e utilização dos nutrientes das camas. Matias, et al. (2009) cita que a relação CBM/COT demonstra que os nutrientes, em especial o carbono orgânico está disponível para a microbiota do solo sendo essa relação um indicativo de disponibilidade e qualidade de matéria orgânica para os microrganismos do solo. Enquanto que os tratamentos 7,5 e 10,0 de ambas as camas, apresentaram menores valores para essa relação, sugerindo assim, que pelo maior volume de cama utilizado nos tratamentos houve maior nível de nutrientes prontamente utilizáveis para as plantas, alcançando assim produtividade semelhante de silagem entre todos os tratamentos.

Conclusões

Os teores CBMS sofreram alterações com o manejo realizado no solo, sendo que os valores do quociente metabólico nos tratamentos com cama de frango tiveram menor impacto com o manejo e os valores da relação CBMS/COT reduziram nos tratamentos com maiores quantidades de cama aviária.

Para a silagem em todos os tratamentos e assim como nas fontes testadas foi obtido valores semelhantes para a matéria seca e produtividade por hectare. Os componentes bromatológicos matéria mineral e matéria orgânica foram semelhantes em todos os tratamentos. Os tratamentos 7,5 PA e 10 MAR foram os que resultaram em maiores níveis de proteína e extrato etéreo sendo semelhantes com os tratamentos que apenas receberam adubação mineral, demonstrando que é possível a utilização deste resíduo como fonte de nutrientes para a agricultura.

Agradecimentos

A UENP, Universidade Estadual do Norte do Paraná pela condição oferecida e às instituições de fomento de pesquisa CAPES e Fundação Araucária pelo apoio concedido através de bolsa de estudo.

Literatura Citada

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Ed.) Methods in applied soil microbiology and biochemistry. London, Academic Press: 576 p., 1995.

ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. Bio. J. 3: 66-75, 2007.

BERTHRONG, S.T.; BUCKLEY, D.H.; DRINKWATER, L.E. Agricultural management and labile carbon additions affect soil microbial community structure and interact with carbon and nitrogen cycling. Microb. Ecol., 66: 158–170, 2013.

BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. R. Bras. Ci. Solo., 22: 641 – 649, 1998.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; FIGUEIREDO, S.R.; KLAUBERG, O. FILHO. Efeito do monocultivo de Pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. R. Bras. Ci. Solo., 29: 715-724, 2005.

BOBATO, A. Índice nutricional do nitrogênio: uma ferramenta para o diagnóstico do estado nutricional da cultura do milho. Curitiba PR, Universidade Federal do Paraná, 2006. 76 p. (Dissertação Mestrado).

CAIRES, E.F.; GARBUIO, F.J.; ALLEONI, L.R.F.; CAMBRI, M.A. Calagem superficial e cobertura de aveia preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema de plantio direto. R. Bras. Ci. Solo., 30: 76-98, 2006.

CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; MOREIRA, F.M.S.de; CURI, N.; Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. P. Agrop. Bras. 44: 631 – 637, 2009.

CESARINO, R.O. de; Milho Fertirrigado com Dejetos Líquidos de Suínos para Ensilagem. Alfenas MG, Universidade José do Rosário Vellano – Unifenas, 2006. 51 p. (Dissertação de Mestrado).

COLUSSI G. Escarificação e adubação com cama de aves na produção de Tifton 85. Santa Maria RS, Universidade Federal de Santa Maria, 2013. 94 p. (Dissertação de Mestrado).

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb>>. Acesso em 25 setembro, 2013.

COSTA, A. da M.; BORGES, E.N.; SILVA, A.N. GUIMARÃES, E.C.; Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. Ci. Agro., 33: 1991-1998, 2009.

CQFRS/SC. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO PARA OS ESTADOS DO RIOGRANDE DO SUL E SANTA CATARINA; Manual de Adubação e

de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004, 394 p.

CRUZ J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J. In: Produção e Utilização de Silagem de Milho e Sorgo. 1.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001, 11 – 38.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. Métodos para Análise de Alimentos. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214 p.

FERREIRA, J.J. Características qualitativas e produtivas da planta de milho e sorgo para silagem. In: CRUZ J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J. ed. Produção e Utilização de Silagem de Milho e Sorgo. 1.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 383–405.

FERREIRA, E.A.B.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; RAMOS, M.L.G.; Dinâmica do carbono da biomassa microbiana em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no cerrado. R. Bras. Ci. Solo., 31: 1625 – 1635, 2007.

FRANÇA, G.E.de; COELHO, A.M.; Adubação do milho para silagem. In: CRUZ J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J. ed. Produção e Utilização de Silagem de Milho e Sorgo. 1.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 53–84.

FUKAYAMA, E.H. Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante. Jaboticabal SP, Universidade Estadual Paulista, 2008. 198p. (Tese de Doutorado).

GRACIANO, J.D.; ZÁRATE, N.A.H.; VIEIRA, M.C.; ROSA, Y.B.C.J.; SEDIYAMA, M.A.N.; RODRIGUES, E.T. Efeito da cobertura do solo com cama-de-frangos semidecomposta sobre dois clones de mandioquinha-salsa. Acta Sci. Agro., 28: 365–372, 2006.

GOMES, J.A.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SAGRILO, E.; MORA, F. Adubação orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. Acta Sci. Agro., 27: 521–529, 2005.

HIRZEL, J.; WALTER, I. Disponibilidad de nitrogeno, fósforo y potasio de cama de broiler y fertilizantes convencionales en un suelo volcánico cultivado con maíz. Chilean J. Agric. Res., 68: 264-273, 2008.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U.B.; MANÉ-BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote área in northwest Nigeria. Agric. Eco. Environ., 86: 263-275. 2001.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. *Soil Bio. Biochem.*, 42: 1 – 13, 2010.

KONZEN, E.A., ALVARENGA, R.C. Cultura do milho. Fertilidade se solos. Adubação orgânica. In: EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. V Seminário técnico da cultura de milho. 2003. <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/ferorganica.htm>. Acesso em: 16. Outubro, 2013.

LOPES, E.B.M; Diversidade metabólica em solo tratado com biossólidos. Piracicaba SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001. 65p. (Dissertação de Mestrado).

LOURENÇO, K.S.; CORRÊA, J.C.; ERNANI, P.R.; LOPES, L.S. dos; NICOLOSO, R.S. da. Crescimento e absorção de nutrientes pelo feijoeiro adubado com cama de aves e fertilizantes minerais. *R. Bras. Ci. Solo.*, 37: 462 – 471, 2013.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. Fisiologia da Produção. In: CRUZ, J.C. et al. (ed.) *A cultura do milho e Sorgo*, 2008, p. 63 – 87.

MATIAS, M. da C.B.da S.; SALVIANO, A.A.C. LEITE, F.de C.; ARAÚJO, A.S.F. de. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no cerrado do estado do Piauí. *Acta Sci. Agro.*, 31: 517 – 521, 2009.

MARÍN, O.L.Z. Características e avaliação do potencial fertilizante e poluente de distintas camas de frango submetidas a reusos sequenciais na Zona da Mata do estado de Minas Gerais. Viçosa MG, Universidade Federal de Viçosa, 2011. 136 p. (Dissertação de Mestrado).

MENEZES, J. F. S.; FREITAS, K. R.; CARMO, M. L. do; SANTANA, R. O.; FREITAS, M. B. de; PERES, L. C. Produtividade de massa seca de forrageiras adubadas com cama de frango e dejetos líquidos de suínos. In: *Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais 1.*, 2009, Florianópolis. *Anais...Concórdia: Embrapa Suínos e Aves*, 2009.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H. QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.MC. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2. ed, Campinas Instituto Agrônômico e Fundação, 285 p. 1996.

SBARDELOTTO, G.A.; CASSOL, L.C. Desempenho da cultura do milho submetida a níveis crescente de cama de aviário. *Synerg. scy.*, 4: 1-3, 2009.

SILVA, A.P; BABUJIA, L.C.; MATSUMOTO, L.S.; GUIMARÃES, M.F.; HUNGRIA, M. Bacterial diversity under different tillage and crop rotation systems in an oxisol of southern brazil. *The Open Agri. J.*, 7: 40 - 47, 2013.

SILVA, E.E. da; AZEVEDO, P.H.S.; DE-POLLI, H. Determinação do carbono (BMS-C). *Seropédica, EMBRAPA-CNPT*, 2007. 6 p.

SILVA, J.; LIMA E SILVA, P.S.; OLIVEIRA, M.; BARBOSA E SILVA, K.M. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. Hort. Bras., 22: 326-331, 2004.

SILVA, R.R. da; SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; MOREIRA, F.M.S. de; CURI, N.; ALOVISI, A.M.T.; Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das vertentes – MG. R. Bra. Ci. Solo. 34: 1585-1592, 2010.

SIX, J.; FREY, S.D.; THIET, R.K.; BATTEN, K.M. Bacterial and fungal contributions to C-sequestration in agroecosystems. Soil Sci. Soc. 70: 555 – 569, 2006.

SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. J. Soil Res., 30: 195-207, 1992.

StatSoft, STATISTICA (data analysis software system), version 7. Inc. (2004). Disponível em www.statsoft.com.

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A.; LAL, R.; VENSKE FILHO, S.P.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.E. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a brazilian oxisol. Soil Sci. Soc. Am. J., 65: 1486-1499, 2001.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual, 2013.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass-C. Soil Bio. Biochem., 19: 703-707, 1987.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. C. Soil Biol. Biochem., 19: 703-707, 1987.

VENZKE FILHO, S.P.; FEIGL, B.J.; PICCOLO, M.C.; SIQUEIRA NETO, M.; CERRI, C.C. Biomassa microbiana do solo em sistema de plantio direto na região de Campos Gerais - Tibagi, PR. R. Bras. Ci. Solo. 32: 599 - 610, 2008.

VIELMO, H. Dejeito líquido de suínos na adubação de pastagens de Tifton 85. Curitiba PR, Universidade Federal do Paraná, 2008, 94 p. (Tese de Doutorado).

WALKLEY, A; BLACK, I.A. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci., 37: 29-38, 1934.

WARDLE, D.A. & HUNGRIA, M.A. A biomassa microbiana do solo e sua importância nos ecossistemas terrestres. In: ARAÚJO, R.S. & HUNGRIA, M., eds. Microrganismos de importância agrícola. Brasília, Embrapa-SPI, 1994. p.193-216.

