



**Universidade Federal de São Carlos**  
**Centro de Ciências Agrárias**  
**Engenharia Agrônoma**



**BRUNO HENRIQUE PATRONI**

**ADUBAÇÃO COM CAMA DE GALINHA POEDEIRA PELETIZADA NO  
DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA DO MILHO (*Zea Mays*)**

**ARARAS – 2014**

Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Agrárias  
Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental

**BRUNO HENRIQUE PATRONI**

**Adubação com cama de galinha poedeira peletizada no desenvolvimento inicial da cultura do milho (*Zea Mays*)**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agrônômica – CCA – UFSCar para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Marcio Roberto Soares

**Araras-SP**

**2014**

## *DEDICATÓRIA*

**Dedico este trabalho:**

**A minha família pela oportunidade e esforço que me permitiu estudar em uma excelente instituição de ensino, e por todo apoio e confiança em mim, neste momento e em toda minha vida. E a minha namorada por todo auxílio, carinho e compreensão durante todo o desenvolvimento do trabalho.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço o Professor Doutor Marcio Roberto Soares por todo auxílio e conhecimento passado durante a condução do experimento, ao grupo de estudo Gemaso por todo apoio e pela oportunidade de concluir o presente trabalho e aos amigos de curso e república que também ajudaram em diversos momentos do projeto.

**“Se as cidades forem destruídas e os campos forem conservados, as cidades ressurgirão, mas se queimarem os campos e conservarem as cidades, estas não sobreviverão”.**

**Benjamin Franklin**

## RESUMO

O plantel nacional de aves poedeiras comerciais no Brasil está estimado em 90 milhões de cabeças, com produção média de 2,20 kg de cama de aviário por ave. Com isso, é necessário buscar práticas adequadas de manejo para a destinação final do resíduo, de modo a minimizar os impactos ambientais. Transformar resíduo em subproduto com valor econômico tem sido uma importante estratégia, sobretudo como fonte alternativa de nutrientes para reduzir os custos de produção de importantes culturas agrícolas. A safra brasileira 2013/2014 de milho alcançou 78 milhões de toneladas. Para cultivos tecnificados, com produtividade esperada acima de 10 t ha<sup>-1</sup>, a cultura pode requerer quantidades de nitrogênio (N) superiores a 150 kg ha<sup>-1</sup>, das quais grande parte pode ser suprida por fontes orgânicas alternativas, como a cama de galinha poedeira peletizada (CGPP). O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o uso de CGPP, aplicada em diferentes épocas, como fonte de nitrogênio para o desenvolvimento inicial da cultura do milho, híbrido AG-8061PRÓ da Monsanto. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos com quatro repetições cada: T1 – testemunha; T2 – adubação química convencional; T3 – adubação orgânica com incorporação de CGPP no plantio; T4 - adubação orgânica com CGPP parcelada no plantio e em cobertura; T5 – adubação orgânica com CGPP no plantio, seguida de 50% da dose indicada para cobertura com adubação química; T6 - adubação orgânica com CGPP no plantio, seguida de 100% da dose indicada para cobertura com adubação química; adubação orgânica com CGPP no plantio, seguida de 200% da dose indicada para cobertura com adubação química. O efeito dos tratamentos no fornecimento de N pela CGPP foi comparado com aqueles obtidos pelo tratamento que forneceu N pelo sulfato de amônio e pelo tratamento testemunha sem adubação. Os parâmetros biométricos avaliados aos 90 dias após o plantio (fase de pendramento) foram: altura, diâmetro de colmo e biomassa seca. Os resultados foram submetidos à análise de variância, com posterior comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de significância. O manejo do N da CGPP, cujo teor foi de 21,0 g kg<sup>-1</sup>, considerou a taxa de mineralização anual de 10% ao longo do período experimental, resultando na aplicação de plantio de 80 t ha<sup>-1</sup> da CGPP, no tratamento T3, e de 14 t ha<sup>-1</sup> nos tratamentos T4, T5, T6 e T7. Plantas de milho cultivadas com CGPP, exclusivamente ou em combinação com o adubo químico, apresentaram melhores resultados de altura, diâmetro de colmo e biomassa seca do que plantas cultivadas com adubação química convencional. A aplicação de CGPP incorporada ao solo proporcionou maiores incrementos nos parâmetros biométricos das plantas de milho. A adubação com CGPP, como única fonte de N aplicada no do plantio, promoveu melhores resultados do que a adubação química e do que a adubação química combinada com a orgânica. Deve-se ressaltar que a fonte orgânica na forma de pellets de cama de galinha poedeira fornece N de forma gradual, diminuindo as possibilidades de toxidez ou de perdas por lixiviação. No caso de substituição completa da fonte mineral de N pela CGPP, grande quantidade de material é necessária para suprir as necessidades da cultura do milho, cujo efeito residual beneficia as culturas subsequentes, como o milho safrinha e culturas de inverno. Há, no entanto, a opção de combinar a aplicação das fontes química e orgânica de N, com resultados satisfatórios quando comparados à adubação química convencional.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
3. OBJETIVOS.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
7. CONCLUSÕES.....	30
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

## 1. INTRODUÇÃO

A população mundial vem sofrendo com um acelerado processo de crescimento, com conseqüente elevação nos índices de urbanização, que ficam na ordem de 81 a 85% no Brasil e de 48 a 55% no mundo (KOZEN, 2003). Segundo a ONU, em 2012 a população mundial atingiu um número próximo de 7,0 bilhões de pessoas, valor 2,7 vezes maior que em 1950, quando a população era de cerca de 2,6 bilhões de pessoas (SANTOS, 2013).

Dessa maneira a demanda de alimentos de origem vegetal, tanto para produção animal como para própria alimentação humana, tem acompanhado paralelamente esse crescimento, sendo o agronegócio responsável por suprir esta necessidade.

Juntos, estes fatores fazem crescer ainda mais a demanda por grãos produzidos no Brasil, devido ao fato de ser um país com grande potencial de produção agrícola e o seu território possibilitar o cultivo das grandes culturas do mundo: soja, milho, algodão, cana-de-açúcar, arroz e trigo (SANTOS, 2013).

O milho (*Zea mays* L.) é um dos grãos mais cultivados e consumidos do mundo, devido a seu elevado potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, assumindo importante papel socioeconômico por razão da sua multiplicidade de aplicações, podendo ser utilizado na alimentação humana e animal (FANCELLI & DOURADO NETO, 1996).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) na safra 2012/2013 a produção mundial de milho foi de 862,9 milhões de toneladas, com expectativa de 964,3 milhões de toneladas para a safra 2013/2014.

Atualmente, informações da USDA apontam o Brasil como o terceiro maior produtor de milho no mundo, com uma produção na safra 12/13 de 81 milhões de toneladas e expectativa para a safra 13/14 de 70 milhões de toneladas, queda esta devido à previsão de redução de área total cultivada com o cereal.

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) aponta o milho como o terceiro produto agrícola no ranking Brasileiro de produção, sendo as regiões Centro-oeste, Sudeste e Sul responsáveis pela maior parte da produção. O principal destino do milho produzido no Brasil é para a confecção de ração animal, com aproximadamente 70% da produção voltada para este setor (EMBRAPA, 2000).

Acima do Brasil, liderando a lista de maiores produtores de milho no mundo, estão EUA e China com uma produção de, respectivamente, 273,8 e 205,6 milhões de toneladas na safra 12/13 e expectativa de 355,3 e 211,0 milhões de toneladas para a safra 13/14 (USDA, 2013).

Entretanto, mesmo o Brasil sendo o terceiro maior produtor de milho do mundo, sua produtividade média é considerada baixa, com valores próximos de 4.800 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB). Os EUA, maior produtor do cereal no mundo, apresentam valores médios de produtividade em torno de 10.000 kg ha<sup>-1</sup> (USDA, 2013) e pesquisadores apontam o potencial produtivo da cultura acima de 19.000 kg ha<sup>-1</sup> (ASSIS et al., 2006).

O aumento expressivo do uso de fertilizantes nitrogenados no cultivo do milho nos EUA, apresenta-se como um dos principais fatores da alta produtividade no país (ARAÚJO, 2004), sendo o N o elemento mais exigido pela cultura e frequentemente fator limitante para sua produtividade (LEMAIRE & GASTAL, 1997).

Dentre os fatores que mais afetam a produtividade de milho destacam-se o clima, a fertilidade do solo, o manejo de nutrientes, as práticas culturais, o potencial genético dos híbridos e o manejo de pragas e doenças (FANCELLI & DOURADO NETO 2003). Das tecnologias disponíveis, a adubação é considerada a mais limitante para aumentos de produtividade da cultura (BÜLL, 1993).

Dessa forma para atingir altas produtividades o milho necessita que suas exigências nutricionais sejam supridas (SILVA et al., 2005), incluindo o nitrogênio. Entretanto, a adubação nitrogenada caracteriza-se por possuir complexas recomendações de adubação e manejo, estando entre essas recomendações a prática de adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo e pela adubação de plantio (COELHO, 2006), de forma que a disponibilidade de N no solo é controlada basicamente pela decomposição da matéria orgânica e por adubações nitrogenadas (FARINELLI, 2010).

Em sistemas que visam altas produtividades, as recomendações de adubação de cobertura são de 60 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N para cultivo de sequeiro (GROSS et al., 2006) e de 120 a 160 kg ha<sup>-1</sup> de N para cultivo irrigado (PAVINATO et al., 2008).

MALAVOLTA (1981) apontou adubação mineral e orgânica como fontes de nitrogênio disponíveis para utilização, mas KAGE (1984) afirmou que apenas a adubação mineral não é capaz de manter produtividades satisfatórias por longo prazo.

Neste sentido a adubação orgânica surge como alternativa, de forma que melhora as propriedades físicas e biológicas do solo, além de corrigir possíveis deficiências de macro e micronutrientes no solo (MORAIS, 2006).

Segundo KONZEN & ALVARENGA (2002), todo resíduo orgânico originado de sistemas agropecuários, se manejados corretamente, podem ser revertidos em fornecedores de nutrientes para a produção de alimentos e em melhoradores das condições

físicas, químicas e biológicas do solo. Entretanto, quando manuseados inadequadamente podem se tornar fonte de contaminação ao meio ambiente, especialmente quando são direcionados para mananciais hídricos. A utilização inadequada ou não utilização de resíduos orgânicos, somados ao alto custo de fertilizantes minerais industrializados, são principais causas da falta de reposição dos nutrientes extraídos pelas culturas, fato este que está associado à degradação dos solos e a consequente diminuição de produtividade (ANDREOLA et al., 2000).

Dessa forma, o uso desses resíduos em áreas de produção agrícola pode surgir como alternativa sustentável de descarte, além de possibilitar aumentos de produtividade e recuperação de solos degradados.

Dentre os resíduos orgânicos, HEREDIA ZARATE (2003) destacou o esterco de animais como uma das melhores opções de adubos orgânicos e excelente método de fertilização, levando em conta que a matéria orgânica do solo libera parte do N disponível para as plantas, sendo este o nutriente que proporciona maiores valores de produtividade de grãos na cultura do milho (FORNASIERI FILHO, 1992).

Complementando as vantagens do uso de resíduos animais como fonte de adubo orgânico, MORAIS (2006) classificou-os como insumos de baixo custo e de alto retorno financeiro.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Atualmente, devido ao elevado crescimento populacional, existe uma crescente demanda mundial por alimentos, tanto de origem animal quanto de origem vegetal, fato este que leva também ao crescimento da bovinocultura, da suinocultura e da avicultura. A criação de animais requer suprimento de grãos para a alimentação, como milho e soja (SANTOS, 2013). Anualmente, estas atividades geram mais de 500 milhões de toneladas de dejetos (KONZEN, 2003).

Diversas práticas tem sido implementadas para alcançar o aumento da produtividade e do rendimento das áreas agrícolas mas, normalmente, o uso intensivo da terra e o manejo inadequado tornam-se responsáveis pela degradação dos solos. A redução destas práticas e o acúmulo de resíduos orgânicos na superfície do solo podem promover a reversão desta situação (SILVEIRA NETO et al., 2006).

Segundo BROOKES (1995), toda alteração no solo pode influir diretamente na sua estrutura e atividade biológica, podendo afetar sua qualidade e, conseqüentemente, sua fertilidade e produção dos agroecossistemas.

BERTOL et al. (2004) apontou que as alterações físicas, químicas e biológicas do solo são mais acentuadas em sistemas de cultivo convencional quando comparados a sistemas conservacionistas, podendo esta última prática alterar a densidade do solo, o volume e a distribuição do tamanho de poros e a estabilidade dos agregados, modificando assim a infiltração da água no solo, a erosão hídrica e favorecendo o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Em trabalhos realizados na região do Cerrado, SILVA et al. (2000) e SOUSA & LOBATO (2004) mostraram que, devido a exploração de forma inadequada, os solos de extensas áreas desta região, transformadas em sistemas agrícolas, tem sofrido degradação física, química e biológica.

CAMPOS et al. (1995), em trabalho também realizado no Cerrado, em regiões com predominância de Latossolos, apontaram que o uso incorreto de insumos e de implementos agrícolas constituem importantes causas de deterioração da estrutura do solo, com conseqüente diminuição da produtividade das culturas da região.

Entretanto, nos últimos anos a conscientização dos produtores de milho no Brasil sobre a necessidade de melhoria na qualidade dos solos, tem acarretado em aumentos significativos de produtividade, sendo que esta melhoria está relacionada com o manejo adequado do solo, que inclui entre outras práticas, a adubação equilibrada utilizando fertilizantes químicos e orgânicos como fonte de macro e micronutrientes (COELHO, 2006).

Levando em conta que o Brasil é um dos poucos países que ainda tem fronteira agrícola e detém vastas áreas de pastagens degradadas (SANTOS, 2013), o uso destas práticas e de outras tecnologias pode possibilitar aumentos de produtividade e também de área total cultivada, contribuindo assim com o aumento da produção nacional de milho.

Dessa forma, o uso de adubação orgânica como prática de recuperação e de manutenção das áreas cultivadas e/ou degradadas, pode ser uma forma alternativa de elevar a produtividade das áreas agrícolas no país.

Vários compostos orgânicos à base de cama de frango são ricos em N (MORAIS, 2006). Trata-se do nutriente exigido em maior quantidade pela cultura do milho (LEMAIRE & GASTAL, 1997), tornando assim a cultura altamente responsiva à adubação nitrogenada (CANTARELLA e VAN RAIJ, 1986), de forma que, em solos férteis e devidamente corrigidos, é o nitrogênio que controla seus níveis de produtividade (CANTARELLA, 1993).

UHART & ANDRADE (1995) e ESCOSTEGUY et al. (1997) indicaram que o N foi responsável pelo aumento da área foliar e da produção de massa de matéria seca, resultando assim maior produção de grãos.

Experimentos com cultivo de milho, conduzidos pela Embrapa Milho e Sorgo no município de Sete Lagoas – MG, mostraram que a extração de N, P, K e Mg aumentaram linearmente com o aumento de produtividade, e que N e K foram os elementos mais exigidos pela cultura (COELHO, 2006). Em trabalho realizado com milho, ARAÚJO (2004) concluiu que o efeito das doses de N na produtividade foi linear, e que o aumento nas doses de N aplicado acarretou em aumento na produtividade de grãos e no total de N acumulado.

A aplicação de adubo orgânico no solo apresenta efeito imediato, e ainda residual, por meio de um processo mais lento de decomposição e liberação de nutrientes, o que reforça o interesse de sua utilização como fonte de nitrogênio. Além disso, adiciona matéria orgânica ao solo, que melhora suas condições químicas, físicas e biológicas (VIDIGAL et al., 1995).

De acordo com MIYASAKA et al. (1997), os adubos orgânicos exercem três funções principais: fertilizantes, corretivos e condicionadores do solo. Embora em baixas concentrações, sendo necessário usá-los em maiores quantidades, são considerados fertilizantes por conterem N, P, K, Mg e S, além dos micronutrientes B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn. São corretivos por corrigirem a composição do solo, combinando-se com o Mn, o Al e o Fe, por exemplo, reduzindo ou neutralizando os efeitos tóxicos desses elementos sobre a cultura. Atuam como condicionadores do solo ao melhorarem suas características físicas, químicas e biológicas, como retenção de água, agregação, porosidade e capacidade de troca de cátions, facilitando a nutrição e desenvolvimento das plantas.

Os compostos orgânicos além de favorecerem benefícios nas características físicas e químicas do solo, são também caracterizados por uma liberação gradativa de nutrientes, fator este que reduz processos como lixiviação, fixação e volatilização (ZECH et al., 1997).

Em regiões tropicais, como o Brasil, a dinâmica da matéria orgânica é mais rápida (KANCIKERIMATH & SINGH, 2001). Como a matéria orgânica é a principal responsável pela CTC dos solos dessas regiões (SOUSA & LOBATO, 2004), é imprescindível a adição de material orgânico para melhorar as propriedades físico-químicas do solo, além de permitir a formação de complexos e de quelatos com numerosos íons, a retenção de umidade (HEREDIA ZARATE et al., 2003) e a elevação de bases trocáveis no solo (FONSECA, 1984).

Somado a isso, a matéria orgânica presente nos compostos orgânicos, principalmente nos resíduos animais, ativa os processos microbianos no solo (RODRIGUES, 1995), fornece produtos da decomposição orgânica que retardam a fixação de P mineral e que atuam como regulador da temperatura do solo, favorecendo assim o desenvolvimento das culturas (SILVA JÚNIOR & SIQUEIRA, 1997).

Os resíduos animais, somados aos resíduos vegetais, adubos verdes e compostos são considerados as principais fontes de adubos orgânicos (CALEGARI, 1998), sendo caracterizados por elevada relação C/N e por elevados teores totais de nutrientes, de matéria orgânica e de água, além de resultarem em elevação do nível de carbono orgânico no solo (MALAVOLTA, 1981). Segundo KIEHL (1998), um composto orgânico estabilizado deve ter a relação C/N igual ou menor que 18, sendo que se apresentar relação C/N acima de 30, os micro-organismos do solo irão utilizar o nitrogênio contido no solo para estabilizar o composto, criando assim uma competição prejudicial às plantas.

MYIAZAKA & CAMARGO (1984) distinguiram três diferentes formas de fontes de nutrientes nos esterco: a) uma fração mineral constituída por sais de amônio, uréia e ácido úrico; b) uma fração orgânica que é mineralizada no mesmo ano da aplicação e; c) uma fração orgânica residual que mineraliza mais vagorosamente nos anos subsequentes. Com isto, após aplicações constantes deste adubo, pode-se esperar um enriquecimento da parte orgânica do solo.

LEITE et al. (2003) encontraram maiores estoques de carbono orgânico total e de nitrogênio total, além de aumentos destes estoques ao longo de 16 anos, em sistemas de produção onde foi utilizado resíduo animal, como fonte de adubo orgânico, comparados a sistemas sem adubação ou com adubação mineral.

Em trabalho realizado por GOMES et al. (2005), o aumento das doses de adubo orgânico, na forma de resíduo animal, resultou em aumento dos teores de carbono orgânico,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  e P, da CTC efetiva e da CTC total do solo, gerando assim um aumento de produtividade, de peso médio de espigas e produção de grãos em milho.

Dentro dos resíduos animais, a cama de frango apresenta-se como ótima opção de adubo orgânico (HEREDIA ZARATE et al., 1996), devido ao crescimento da avicultura e ao aumento de produção de resíduos, podendo ser estimada em mais de 3 milhões de toneladas ao ano (MORAIS, 2006).

Das possíveis utilizações e destinos para a cama de frango, MELOTTI et al. (1998) apontaram para o uso na fertilização agrícola e na alimentação de ruminantes como os mais frequentes.

Entende-se por cama de frango, ou cama aviária, o produto resultante do acúmulo do esterco das aves, penas e alimentos desperdiçados sobre um material usado como piso (cama), podendo ser cascas de arroz ou de amendoim, sabugo de milho, etc.. Sua composição químico-bromatológica varia de acordo com o tipo de material usado como cama, tempo de criação, número de lotes criados no mesmo piso, número de aves por metro quadrado e tempo de estocagem (MORAIS, 2006).

De acordo com (MORAIS, 2006), a cama de frango é um adubo orgânico rico em nutrientes, especialmente em nitrogênio, podendo suprir parcial ou totalmente o adubo químico. Como todo adubo orgânico, é rica em matéria orgânica, podendo assim melhorar os atributos físicos do solo, aumentar a capacidade de retenção de água, reduzir a erosão e criar um ambiente mais adequado para o desenvolvimento da flora microbiana do solo, podendo ser considerado um adubo de baixo custo e de elevado retorno financeiro.

A cama aviária possui nitrogênio (2,6 a 3,0%), fósforo (3,9 a 4,5%) e potássio (1,0 a 3,0%) em níveis elevados, de forma que os teores totais de N, P, K, Ca e Mg variam ligeiramente de acordo com a origem da cama, ou seja, se a cama é de frango de corte ou de galinha poedeira. Se adicionada ao solo, aumenta o pH e diminui o teor de alumínio trocável, diminuindo portanto os efeitos tóxicos deste íon para a cultura (BLUM et al., 2003).

HEREDIA ZARATE & VIEIRA (2003), em trabalho realizado com milho sucedendo o cultivo de inhame, encontraram maiores produtividades das plantas de milho em áreas onde foi incorporado cama de frango semidecomposta, devido a melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo, permitindo maior infiltração e retenção da água, facilitando a movimentação dos gases e da solução do solo, a distribuição do sistema radicular, maior eficiência do fósforo e evitando maiores perdas de nitrogênio.

Em plantas de alface, PIRES et al. (2002) constataram maiores pesos médios de plantas nos tratamentos que receberam cama de frango como adubo orgânico, comparado a tratamentos com esterco bovino e adubo químico.

Também no cultivo de alface, TURAZI et al. (2006) observaram maior absorção de K pelas plantas que receberam somente adubação orgânica com cama aviária e maior absorção de Fe pelas plantas que receberam adubação mineral acrescida de cama de aviária. Para os autores, a associação de adubos minerais e orgânicos, respectivamente como fonte solúvel e prontamente disponível de nutrientes e fonte mais lenta de disponibilização, pode favorecer o suprimento nutricional das culturas.

Na camada 0-10cm de um Nitossolo Vermelho, ANDREOLA et al. (2000a) identificaram aumento dos macroporos e diminuição da densidade do solo quando aplicado

somente cama de frango como fonte de adubo orgânico, e redução dos macroporos e aumento da densidade e dos microporos do solo, aplicando cama de frango consorciada a adubo mineral.

Dessa forma a adubação orgânica pode ser uma alternativa para correção de deficiência de macro e micronutrientes no solo e para melhorar as suas propriedades físicas, químicas e biológicas, de forma que a manutenção e/ou melhoria destes atributos do solo propicia condições adequadas para o crescimento e desenvolvimento das plantas e para a manutenção da diversidade de organismos que habitam o solo (DORAN & PARKIN, 1994).

Entretanto, a dinâmica da matéria orgânica do solo depende das taxas de decomposição e mineralização, controladas pela temperatura, umidade, textura, mineralogia do solo e composição química do material orgânico utilizado (ZECH et al., 1997).

Segundo VAN RAIJ (1991), a origem do resíduo e seu manuseio são fatores que determinam a riqueza de nutrientes do adubo orgânico. Sendo assim, um esterco puro de galinhas tratadas com ração será mais rico em nutrientes do que um esterco de bovinos tratados com capim de baixo valor nutritivo. Porém, mesmo a matéria orgânica tendo sua composição química complexa e variável de acordo com a procedência do material de origem utilizado (GOMES et al., 2005), seu potencial de uso jamais pode ser descartado.

Nesse sentido a cama de frango pode ser utilizada como adubo orgânico para melhorar as propriedades físicas e químicas do solo e gerar acréscimos de produtividade em algumas culturas (HEREDIA ZARATE et al. 1997). Para tanto, é preciso levar em conta que a dose a ser aplicada pode não satisfazer totalmente as exigências da cultura, pois há dependência da concentração de nutrientes do material de origem, das condições de mineralização da área, da fertilidade do solo e de características da própria cultura a ser implantada (ANDREOLA et al., 2000b).

### **3. OBJETIVOS**

O objetivo geral do presente trabalho foi avaliar o uso de cama de galinha poedeira peletizada como fonte de nitrogênio para o desenvolvimento inicial da cultura do milho.

Os objetivos específicos foram:

- a) verificar as diferenças no desenvolvimento da cultura utilizando exclusivamente adubo orgânico, e adubo orgânico combinado com adubo químico, em comparação com a adubação química convencional;
- b) determinar o efeito do adubo orgânico incorporado ao solo e em cobertura no crescimento inicial do milho;
- c) analisar o desenvolvimento das plantas sob diferentes doses de adubo orgânico, e adubo químico combinado com o adubo orgânico;
- d) avaliar o efeito dos tratamentos na altura das plantas, no diâmetro de colmo e no total de massa de matéria seca.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no CCA/UFSCar – *Campus Araras* (22°18'56''S; 47°23'20''W; 650 m de altitude), equipada com nebulizadores que auxiliaram durante todo o projeto no sentido de manter a umidade controlada entre 50% e 70%. Foi realizado no período de 29 de julho de 2013 a 20 de janeiro de 2014, com duração total de 174 dias. O solo, classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), foi coletado no CCA/UFSCar – *Campus Araras*, seco ao ar e peneirado para posterior análise química para fins de fertilidade.

O solo foi incubado com dose correspondente a 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, calculada com base no método da saturação por bases para elevação do V% a 60%, condição indicada para a cultura do milho pelo boletim técnico 100 (IAC CAMPINAS, 1996). Após o período de incubação, o solo foi transferido para 28 vasos com volume de 16,38 dm<sup>3</sup> cada um. Aproximadamente dois meses após a aplicação de calcário foi realizada nova análise química de solo (Tabela 1.), constatando ter atingido o valor desejado de V% para o plantio do milho.

**Tabela 1.** Resultados da análise química para fins de fertilidade do solo após a incubação com calcário.

P <sub>Resina</sub>	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub>				mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>				%
23	25	5,7	1,9	35	13	34	-	50,4	84,4	60

As irrigações foram realizadas tanto na etapa de incubação do solo, quanto durante toda a condução do experimento. O suprimento de água foi feito com auxílio de regadores, com o objetivo de controlar a umidade do solo a 70% da sua capacidade de campo. Quatro colunas de PVC (Figura 1), apenas com solo, serviram para monitoramento da perda de água, estimada através da pesagem periódica das colunas.



**Figura 1.** Colunas de PVC contendo solo para monitoramento da umidade.

As necessidades de adubação da cultura do milho foram calculadas de acordo com a análise química do solo (Tabela 1) e com as recomendações do boletim técnico 100 (IAC CAMPINAS, 1996). O estudo simulou a condução de cultivo irrigado, visando alta produtividade. Nestas condições, foram necessários  $70 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $170 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Houve parcelamento das adubações nitrogenada e potássica, com aplicação de  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  no plantio e de  $140 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  em cobertura. Os fertilizantes minerais utilizados foram o cloreto de potássio como fonte de  $\text{K}_2\text{O}$ , o superfosfato simples como fonte de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e o sulfato de amônio como fonte de N. A cama de galinha poedeira peletizada (CGPP) foi testada como fonte orgânica alternativa de N (Tabela 2). O manejo do nitrogênio da CGPP levou em consideração a “série de decaimento” proposta por Raij et al. (1996), que expressa a taxa de mineralização anual de N a partir do material orgânico. A partir da relação C/N da CGPP (Tabela 2), optou-se por uma taxa de mineralização de 10% ao longo do período experimental.

**Tabela 2.** Resultados da análise química de cama de galinha poedeira peletizada (CGPP).

Parâmetro		Resultado
Nitrogênio - N	g kg <sup>-1</sup>	21,0
Fósforo – P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	g kg <sup>-1</sup>	47,7
Potássio – K <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	32,3
Cálcio - CaO	g kg <sup>-1</sup>	150,8
Magnésio - MgO	g kg <sup>-1</sup>	14,5
Enxofre - S	g kg <sup>-1</sup>	5,6
Umidade	g kg <sup>-1</sup>	242,2
Matéria orgânica	g kg <sup>-1</sup>	639,6
Carbono - C	g kg <sup>-1</sup>	371,0
Relação C/N	-	20:1
Cobre - Cu	mg kg <sup>-1</sup>	78
Ferro - Fe	mg kg <sup>-1</sup>	1154
Manganês - Mn	mg kg <sup>-1</sup>	624
Zinco - Zn	mg kg <sup>-1</sup>	702
Boro - B	mg kg <sup>-1</sup>	27

Resultados expressos em massa seca

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo composto por sete tratamentos com quatro repetições cada. O tratamento testemunha (T1) não recebeu adubação. Os demais tratamentos receberam as mesmas doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (70 kg ha<sup>-1</sup>, incorporados ao solo, no plantio) e de K<sub>2</sub>O (50 kg ha<sup>-1</sup> incorporados ao solo no plantio e 40 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura) na forma mineral. Dessa forma, os tratamentos variaram em relação a fonte nitrogenada (mineral, orgânico e organo-mineral), o modo de aplicação e as doses de N:

- T2 (químico - convencional): 149 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio incorporado ao solo no plantio e 700 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio em cobertura (doses correspondentes a 30 e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente);
- T3 (orgânico – total no plantio): 80 t ha<sup>-1</sup> de CGPP incorporada ao solo no plantio como fonte de N (dose correspondente a 170 kg ha<sup>-1</sup> de N);
- T4 (orgânico – plantio/cobertura): 14 t ha<sup>-1</sup> de CGPP incorporada ao solo no plantio e 66 t ha<sup>-1</sup> de CGPP em cobertura (doses correspondentes a 30 e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente);
- T5 (organo-mineral): 14 t ha<sup>-1</sup> de CGPP incorporada ao solo no plantio e 350 kg ha<sup>-1</sup> (correspondente a 50% da dose indicada para a cobertura) de sulfato de amônio em cobertura;

- T6 (organo-mineral): 14 t ha<sup>-1</sup> de CGPP incorporada ao solo no plantio e 700 kg ha<sup>-1</sup> (correspondente a 100% da dose indicada para a cobertura) de sulfato de amônio em cobertura;

- T7 (organo-mineral): 14 t ha<sup>-1</sup> de CGPP incorporada ao solo no plantio e 1.400 kg ha<sup>-1</sup> (correspondente a 200% da dose indicada para a cobertura) de sulfato de amônio em cobertura.

O plantio foi realizado com cinco sementes por vaso, do híbrido AG-8061PRÓ da Monsanto, considerado precoce, de alto potencial produtivo, porte médio, de bom stay green, boa qualidade de colmo e excelente sistema radicular (AGROCERES, 2013).

Dois desbastes foram realizados com o objetivo de deixar apenas a planta mais desenvolvida em cada vaso, sendo o primeiro realizado aos 10 dias após o plantio (DAP) com a retirada das três plantas menos desenvolvidas, e o segundo aos 20 DAP, deixando-se apenas a planta mais bem desenvolvida para cada vaso (Figura 2). Quando necessário, capinas manuais foram realizadas para retirada de plantas daninhas.



**Figura 2.** Vasos contendo duas plantas de milho mais desenvolvidas, após o desbaste realizado aos 20 dias após o plantio.

A adubação de cobertura foi realizada aos 34 DAP, quando as plantas estavam entre os estádios fenológicos V6 e V8 (MAGALHÃES, 2006) (Figura 3), com resposta aos quinze dias após a adubação (Figura 4).



**Figura 3.** Plantas de milho entre os estádios V6 e V8, um dia após a adubação de cobertura.

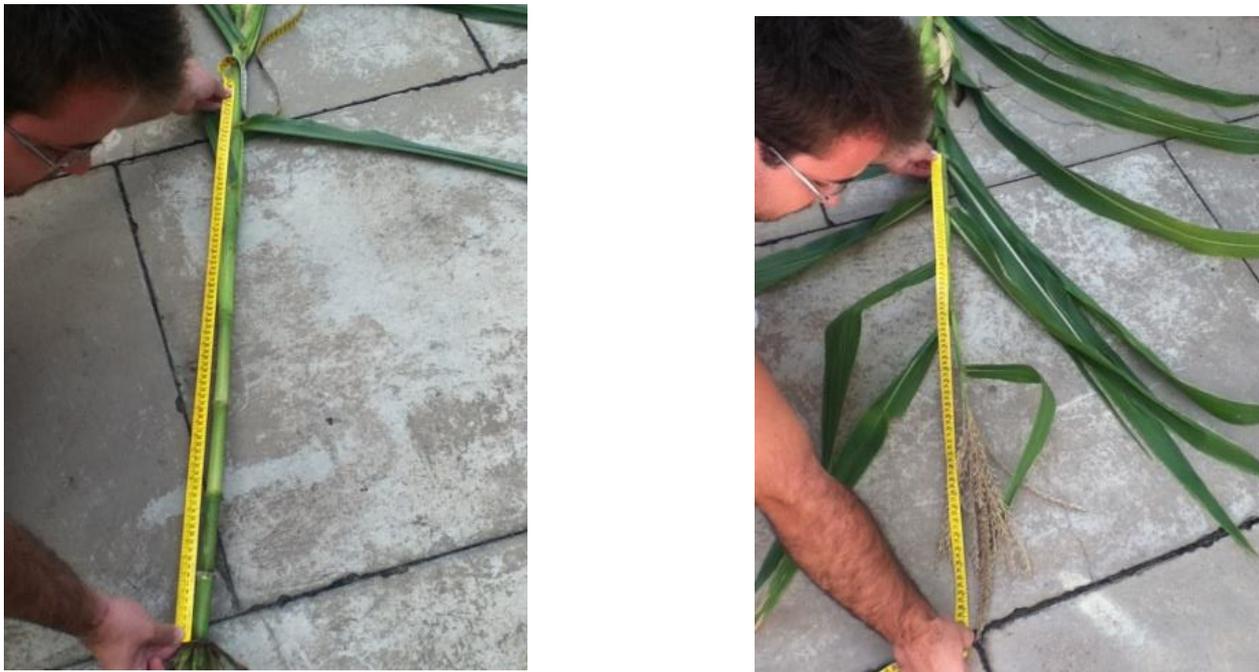
O experimento foi colhido aos 90 DAP (estádio de pendoamento) para as seguintes análises biométricas: altura de planta, diâmetro de colmo e massa de matéria seca.



**Figura 4.** Plantas de milho aos 15 dias após a adubação de cobertura.

A altura das plantas (m) e o diâmetro dos colmos (cm) foram medidos com auxílio de fita métrica. A altura da planta foi considerada a partir do colo da planta até a extremidade do pendão (Figura 5). O diâmetro de colmo foi calculado a partir da medida da circunferência do 4º entrenó (Figura 6). Para determinação da massa de matéria seca, as plantas de cada tratamento foram ensacadas e levadas para laboratório, onde passaram 48 horas em estufa à 60°C antes da pesagem (SANTOS, et al., 2001).

A análise de variância dos resultados e a comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de significância, foram realizadas por meio do software SISVAR® (COSTA et al., 2011).



**Figura 5.** Medida da altura das plantas de milho.



**Figura 6.** Medida da circunferência de colmo no 4<sup>o</sup> entrenó da planta de milho.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a variável altura de planta, o tratamento T3 foi único que resultou em valor significativamente maior quando comparado a T1. Entretanto, é importante ressaltar que os outros tratamentos que também receberam adubação orgânica mostraram-se com valores expressivamente maiores quando comparados tanto a T1, quanto a T2 (Tabela 3 e Figura 7).

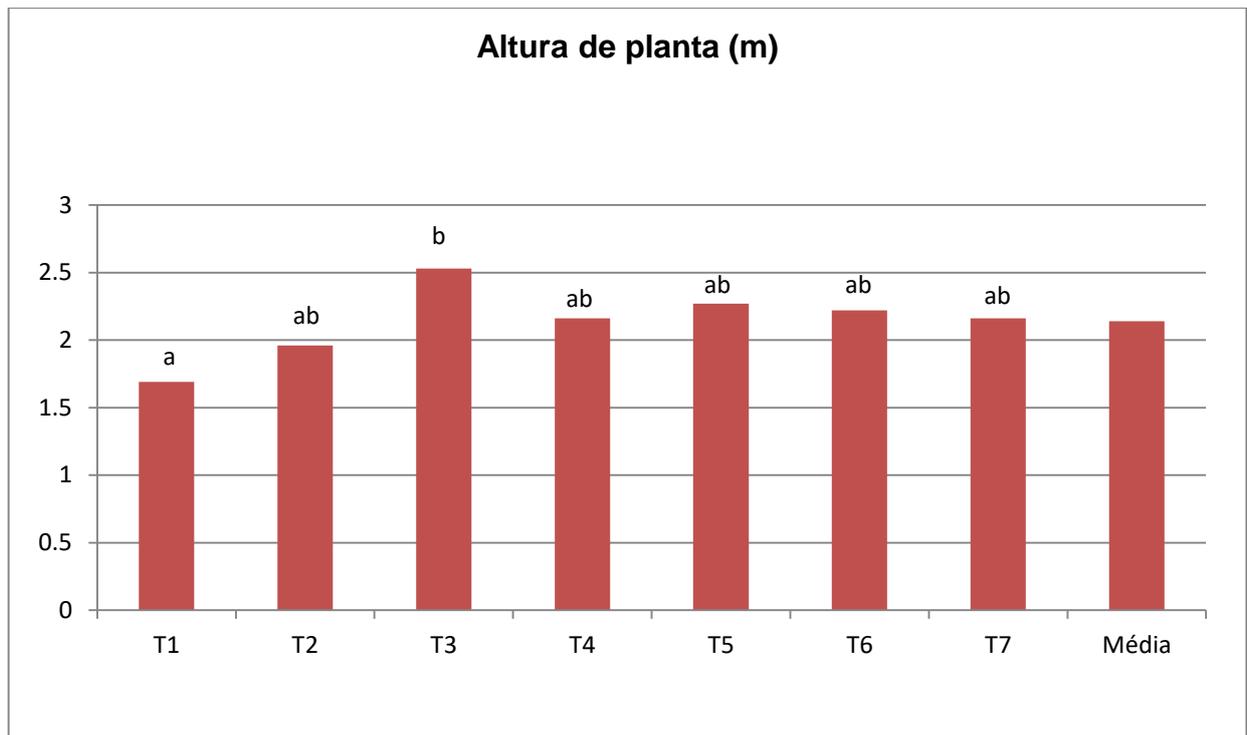
Com relação ao diâmetro de colmo, todos os tratamentos que receberam CGPP (T3, T4, T5, T6 e T7) apresentaram diferença significativa em relação a testemunha T1. Os tratamentos T3 e T6 se destacaram por apresentarem valores significativamente maiores quando comparados também ao tratamento T2. No entanto, mesmo não diferindo significativamente, os resultados dos tratamentos T4, T5 e T7 se apresentaram próximos e com diferença acentuada quando comparados aos resultados de T2 (Tabela 3 e Figura 8).

**Tabela 3.** Valores médios de altura (m), diâmetro de colmo (cm) e massa de matéria seca de plantas de milho.

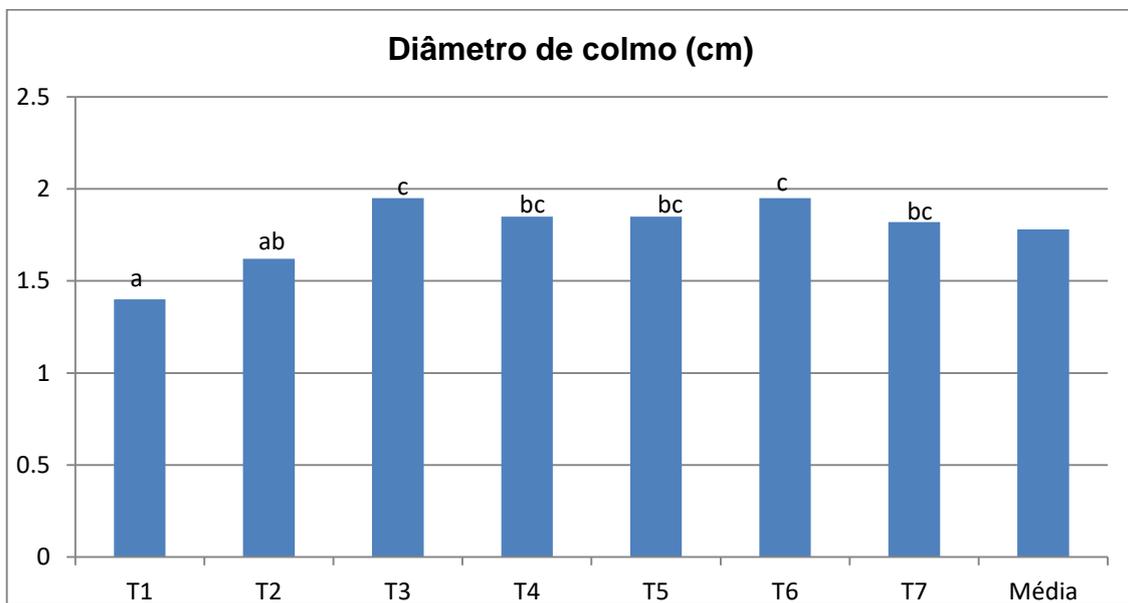
Tratamento	Altura média (m)	Diâmetro médio de colmo (cm)	Massa de matéria seca (g)
T1	1,69 a	1,40 a	150,7 a
T2	1,96 ab	1,62 ab	511,2 b
T3	2,53 b	1,95 c	886,2 g
T4	2,16 ab	1,85 bc	674,8 e
T5	2,27 ab	1,85 bc	667,7 d
T6	2,22 ab	1,95 c	759,0 f
T7	2,16 ab	1,82 bc	624,8 c
Média geral	2,14	1,78	610,6
C.V. (%)	14,77	7,31	0,00

Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

**Figura 7.** Altura média (m) das plantas de milho submetidas a diferentes tipos de adubação.

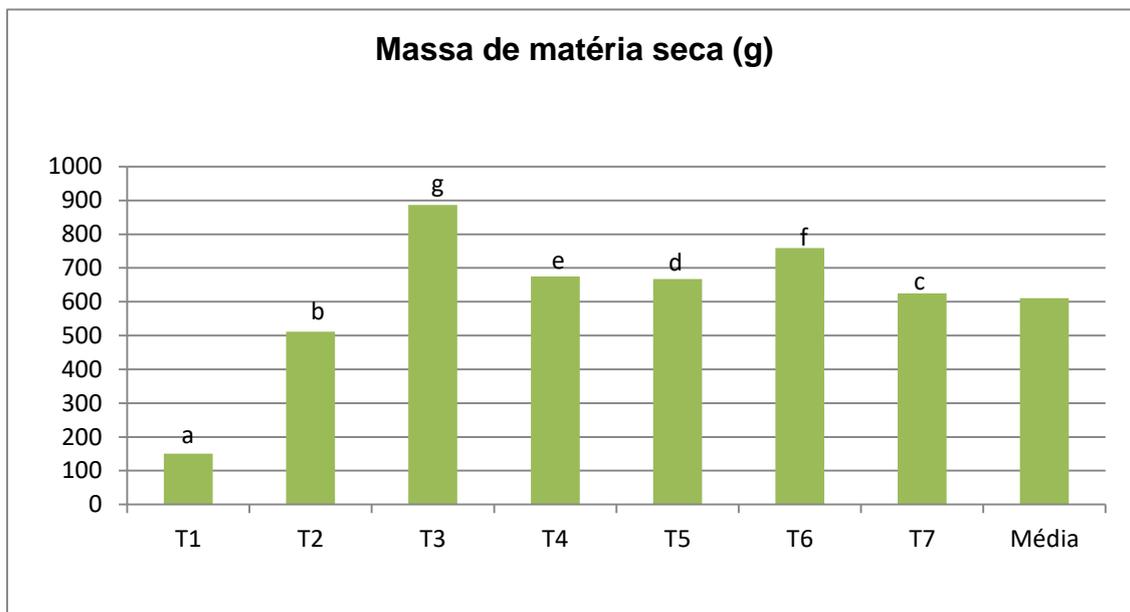


**Figura 8.** Diâmetro médio (cm) de colmo das plantas de milho submetidas a diferentes tipos de adubação.



Para a variável massa de matéria seca, todos os tratamentos diferiram significativamente. Porém, os tratamentos que, de alguma forma, receberam CGPP como fonte orgânica de N, resultaram em maior biomassa quando comparados a T1 e T2. Os tratamentos T3 e T6 novamente promoveram resultados mais relevantes (Tabela 3 e Figura 9).

**Figura 9.** Massa de matéria seca (g) de plantas de milho submetidas a diferentes tipos de adubação.



Notou-se que para todas as variáveis biométricas os tratamentos que receberam adubação com CGPP (T3, T4, T5, T6 e T7), como fonte orgânica de N, se destacaram em relação ao tratamento testemunha (T1) e ao tratamento químico convencional (T2). O tratamento T3 resultou em maiores valores de altura de planta e de massa de matéria seca. Os tratamentos T3 e T6 proporcionaram maior diâmetro de colmo das plantas. Adicionalmente, importantes diferenças de desenvolvimento radicular foram observadas (Figuras 10 e 11).





**Figura 10.** Comparação entre os sistemas radiculares de plantas de milho submetidas aos tratamentos organo-minerais (T5, T6 e T7) e os submetidas ao tratamento químico (T2); contraste entre o tratamento orgânico (T3) e os tratamentos testemunha (T1) e químico (T2).



**Figura 11.** Comparação entre os sistemas radiculares de plantas de milho submetidas aos tratamentos orgânicos (T3 e T4) e ao tratamento químico (T2); destaque do tratamento T3 em relação a T4.

Melhorias nas propriedades químicas e físicas do solo podem ser consideradas a principal causa dos melhores resultados do tratamento T3 quando comparado aos outros tratamentos. ANDREOLA et al. (2000a) aplicaram cama de frango nas culturas de milho e feijão para verificar modificações nas propriedades físicas do solo e concluíram que houve aumento na estabilidade de agregados de diâmetros entre 4,76 a 2,00 mm e de 2,00 a 1,00 mm. Observaram que isso ocasionou aumento da porcentagem de macroporos, com conseqüente diminuição da densidade do solo, acarretando em melhorias na aeração e infiltração de água no solo.

Houve diferenças visuais evidentes para o desenvolvimento radicular entre as plantas submetidas aos tratamentos com adubação orgânica (T3 e T4). O tratamento T3 diferiu significativamente de T4 com relação às variáveis altura de planta e massa de matéria seca. Mesmo sem diferença estatisticamente significativa, plantas submetidas à T3 apresentaram maior valor de diâmetro de colmo (Figura 11). Estes resultados indicaram que a aplicação da dose total de CGPP, incorporada ao solo na ocasião do plantio, resultou em maiores benefícios do que quando aplicada de forma parcelada. Resultados semelhantes foram encontrados por HEREDIA ZÁRATE & VIEIRA (2003) que, realizando aplicação de cama de frango em cobertura e incorporada ao solo, encontraram maior produção de plantas de milho nas parcelas onde houve incorporação do material. Os autores concluíram que a cama de frango, quando incorporada ao solo, possibilitou melhorias nas propriedades físico-químicas do solo, permitindo maior infiltração e retenção de água no solo, facilitando a movimentação dos gases e da solução do solo e melhorando a distribuição do sistema radicular, além de ter aumentado a eficiência do P e diminuído as perdas de N. Quando utilizada em cobertura, contribuiu pouco como fonte de nutrientes para a cultura. De fato, o maior e melhor desenvolvimento radicular das plantas de milho

foram observados no T3 (Figura 12), ou seja, com a incorporação da CGPP ao solo na ocasião do plantio.

Considerando que o N fornecido pela CGPP encontra-se, na sua maioria, em formas prontamente disponíveis para as plantas, uma vez que o esterco de aves apresenta a mais rápida decomposição dentre os dejetos animais utilizados na agricultura (Ernani & Gianello, 1983), o fornecimento, logo no momento da semeadura, da quantidade de CGPP necessária para suprir toda a necessidade de N da cultura, pode ter ocasionado um maior desenvolvimento inicial das plantas no T3.

LACERDA et al. (2010) apontaram que a absorção de N pela cultura do milho se inicia logo nos primeiros dias de desenvolvimento. O maior crescimento neste período inicial da cultura pode refletir no potencial produtivo do genótipo. CARVALHO et al. (2013), em trabalho realizado com diferentes genótipos de milho, relataram aumento significativo nos valores de massa de matéria seca, diâmetro de colmo e altura de planta, de acordo com doses crescentes de N aplicado no início do cultivo, mostrando que o suprimento ideal, ou até mesmo com certo acréscimo, da quantidade de N no início do cultivo de milho pode acarretar em melhores resultados no final do ciclo.



**Figura 12.** Desenvolvimento do sistema radicular de plantas de milho com a aplicação de CGPP incorporada ao solo (T3) e em cobertura (T4).

Quando levado em conta a prática de parcelamento da adubação, ou seja, com a segunda aplicação sendo realizada em cobertura, FARINELLI & LEMOS (2010) observaram que elevadas doses de N aplicadas em cobertura não necessariamente acarretaram maiores produções. Isso foi observado quando comparados os tratamentos organo-mineraias (T5, T6 e T7). O tratamento T6, que recebeu o valor correto da dose de N indicado em cobertura, foi o que apresentou maior destaque em comparação com os tratamentos T5 e T7, que receberam 50% e 200% da dose indicada, respectivamente (Figura 13). Considerou-se a possibilidade de ter havido deficiência nutricional no T5 e o aumento da quantidade de N lixiviado e possíveis restrições de crescimento e desenvolvimento das plantas no tratamento T7, devido ao excesso de N aplicado em cobertura.



**Figura 13.** Plantas de milho submetidas aos tratamentos organo-mineraias (T5, T6 e T7).

FARINELLI & LEMOS (2010) encontraram resultados semelhantes em trabalho realizado com diferentes doses de N em cobertura para o cultivo de milho, observando diminuição da eficiência da adubação nitrogenada quando se aumenta as doses de N em cobertura, em razão de exceder as necessidades nutricionais da cultura e gerar aumentos significativos de perdas de N por lixiviação.

Da mesma forma, comparando doses crescentes de N em cobertura para a cultura do milho, CARVALHO et al. (2013) e WU et al. (2011) observaram redução significativa no comprimento do sistema radicular e na taxa de crescimento relativo das raízes, concluindo que as altas doses de N utilizadas podem ter provocado toxidez e desfavorecido o crescimento radicular. Assim, o menor desenvolvimento do sistema radicular das plantas submetidas a T7 (Figura 14), pode ter sido causa do baixo rendimento quando comparado ao principal tratamento organo-mineral (T6).



**Figura 14.** Plantas de milho submetidas aos tratamentos T6 e T7.

ANDREOLA et al. (2000a) apontaram que a utilização de elevadas doses de adubo químico, mesmo em conjunto com algum adubo orgânico, pode acarretar em diminuição da porcentagem de macroporos e, conseqüente, aumento da densidade do solo, prejudicando fatores como retenção e infiltração de água no solo, aeração do solo e desenvolvimento radicular. Estes aspectos tornam ainda mais claro a necessidade de seguir

a recomendação para adubação, uma vez que o aumento na quantidade de adubo aplicado pode gerar diversos danos ao solo e ao desenvolvimento da cultura.

A comparação entre os tratamentos orgânicos (T3 e T4) e o principal tratamento organo-mineral (T6) mostrou que T4 resultou em plantas com biomassa seca significativamente menor. Ainda que não significativo, plantas submetidas a T4 apresentaram valores de altura e diâmetro de colmo também menores do que as cultivadas em T6. Por outro lado, as plantas cultivadas em T3 apresentaram valores significativamente superiores às de T6 quanto aos parâmetros altura de planta e massa de matéria seca. Os dois tratamentos resultaram em plantas com diâmetro de colmo semelhantes, mostrando que a CGPP aplicada em cobertura mostrou-se pouco eficaz. No entanto, quando incorporada ao solo, serviu como condicionador das propriedades físico-químicas do solo e como fonte de N para o início do ciclo da cultura.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho indicou que o uso de cama de aviário de galinhas poedeiras na agropecuária pode ser uma importante alternativa de destinação adequada de dejetos animais que, concomitantemente, pode diminuir o uso de fertilizantes nitrogenados na medida em que constitui fonte orgânica de nitrogênio suficiente para o crescimento inicial da cultura do milho. Deve-se ressaltar que a fonte orgânica na forma de pellets de cama de galinha poedeira fornece nitrogênio de forma gradual, diminuindo as possibilidades de toxidez ou de perdas por lixiviação. Além disso, o material parece melhorar importantes atributos físicos e químicos do solo que refletem na distribuição e no desenvolvimento do sistema radicular, ampliando a capacidade das plantas em aproveitar água e nutrientes.

Notou-se a importância da incorporação do adubo orgânico ao solo, assim como a grande quantidade de material necessária para suprir as necessidades da cultura do milho, no caso da substituição completa da fonte mineral. Há, no entanto, a opção de combinar a aplicação do adubo orgânico e do químico, com resultados satisfatórios e similares aos obtidos com a aplicação da opção orgânica.

## **7. CONCLUSÕES**

Com o uso de cama de galinha poedeira peletizada (CGPP) como fonte orgânica de nitrogênio na cultura do milho, nas condições experimentais em que o projeto foi conduzido, concluiu-se que:

- plantas de milho cultivadas com CGPP, exclusivamente ou em combinação com o adubo químico, apresentaram melhores resultados de altura, diâmetro de colmo e biomassa seca do que plantas cultivadas sob adubação química convencional;
- a aplicação de CGPP incorporada ao solo proporcionou maiores incrementos nos parâmetros biométricos das plantas de milho;
- a adubação com CGPP como única fonte de nitrogênio, aplicada no momento do plantio, promoveu melhores resultados do que a adubação química e do que a adubação combinada com orgânica;
- doses de adubo químico maiores do que as indicadas e aplicadas em cobertura, mesmo combinadas com adubo orgânico, acarretam restrições no desenvolvimento do sistema radicular, e conseqüente queda de rendimento da cultura do milho.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCERES, 2013. **Sementes Agrocere** - milho. Disponível em <[http://www.sementesagrocere.com.br/?page\\_id=553](http://www.sementesagrocere.com.br/?page_id=553)>.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura de inverno e da adubação orgânica e, ou mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, n.4, p.587-865, 2000a.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.867-874, 2000b.
- ARAUJO, L.A.N.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.A. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Agropecuária Brasileira**, v.39, n.8, p.771-777, 2004.
- ASSIS, J.P.; DOURADO NETO, D.; NASS, L.L.; MANFRON, P.A.; BONNECARRERE, R.A.G.; MARTIN, T.N. Simulação estocástica de atributos do clima e da produtividade potencial de milho utilizando-se distribuição triangular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 539-543, 2006.

- BERTOL, L.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A.J.; ZOLDAN JUNIOR, W.A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas a do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.155-163, 2004.
- BLUM, L.E.B.; AMARANTE, C.V.T.; GÜTTLER, G.; MACEDO, A.F.; KOTHE, D.; SIMMLER, A.; PRADO, G.; GUIMARÃES, L. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.627-631, out./dez. 2003.
- BROOKES, P.C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biol. Fert. Soils**, v.19, p.269-279, 1995.
- BULL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, SP. Potafos, p. 63-146, 1993.
- CALEGARI, A. Espécies para cobertura do solo. In: *Instituto Agrônomo do Paraná. Plantio direto: Pequena propriedade sustentável*, Londrina, 255 p., p. 65-94, 1998.
- CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.121-126, 1995.
- CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, SP. Potafos, 1993. p. 147-196.
- CANTARELLA, H.; VAN RAIJ, B. Adubação nitrogenada no Estado de São Paulo. In: **Simpósio sobre adubação nitrogenada no Brasil**, 1986, Ilhéus, BA. Anais Ilhéus: SBCS, p. 243-273, 1986.
- CARVALHO, E. V.; CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F. S.; DOTTO, M. A.; PELUZIO, J. M.; CRUZ, O. S. Crescimento de milho em níveis contrastantes de nitrogênio e sua correlação com produtividade de grãos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.3, p.351-357, 2013.
- COELHO, A.M. Nutrição e adubação do milho. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, MG, Circular Técnica (78), 10p., 2006.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Histórico de dados de produção, área plantada e produtividade de milho**, CONAB. Disponível em <[www.conab.com.br](http://www.conab.com.br)>.

- COSTA, R.C.; CALVETE, E.O.; REGINATTO, F.H.; CECCHETTI, D.; LOSS, J.T.; RAMBO, A.; TESSARO, F. **Telas de sombreamento na produção de morangueiro em ambiente protegido**. Horticultura Brasileira, v.29, p.98-102, 2011.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; CELEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. *Defining soil quality for sustainable environment*. Madison, **Soil Science Society of America**, p.3-21, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa Milho e Sorgo**. Disponível em <[www.cnpms.embrapa.br](http://www.cnpms.embrapa.br)>.
- ERNANI, P.R. & GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovinos e camas de aviário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.161-165, 1983.
- ESCOSTEGUY, P.A.V.; RIZZARDI, M.A.; ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.71-77, 1997.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Milho: Estratégias de manejo para alta produtividade. **ESALQ/USP/LPV**, Piracicaba, 2003.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Milho: Fisiologia da produção. In: **Seminário sobre fisiologia da produção e manejo de água e de nutrientes na cultura do milho de alta produtividade**, 1996. Palestras Piracicaba: *ESALQ/USP-POTAFÓS*, p.1-29, 1996.
- FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.135-146, 2010.
- FONSECA, S. **Propriedades físicas, químicas e mineralógicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob eucalipto, mata natural e pastagem**. 1984. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 1984.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal, SP. Funep, 576 p., 2007.
- FORTES, C.; DUARTE, A.P.; MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H.P.; LAVORENTI, N.A. **Toxicidade de flúor em cultivares de milho em área próxima a uma indústria cerâmica**. *Bragantia*, Campinas, v.62, n.2, p.275-281, 2003.
- GOMES, J.A.; SCAPIM, C.A.; LUCCA E BRACCINI, A.; FILHO, P.S.V.; SAGRILO, E.; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características

- físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. In: **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. v. 27, n. 3, p. 521-529, Maringá, 2005.
- GROSS, M.R.; VON PINHO, R.G.; BRITO, A.H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras-MG, 2006, v.30, n.3, p.387-393.
- HERÉDIA ZÁRATE, N.A. **Curvas de crescimento de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), considerando cinco populações, em solo seco e alagado**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 95 p., 1998.
- HERÉDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C.; BRATTI, R. Efeitos da cama-de-frangos e da época de colheita sobre a produção e a renda bruta da cebolinha 'Todo Ano'. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia-GO, v.33, n.2, p.73-78, 2003.
- HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C. Produção do milho doce cv. Superdoce em sucessão ao plantio de diferentes cultivares de inhame e adição de cama-de-frango. **Horticultura Brasileira**. Brasília-DF, v. 21, n. 1, p.05-09, 2003.
- INSTITUTO AGRONÔMICO (IAC). **Boletim Técnico 100: Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, SP. 1996. 285p.
- KAGE, H. Prática de adubação verde na Alta Mogiana, em São Paulo e Minas Gerais. In: CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Fundação Cargill (Ed.). Campinas-SP, 1984, p.124-128.
- KANCHIKERIMATH, M.; SINGH, D. Soil organic matter and biological properties after 26 years of maize-wheat-cowpea cropping as affected by manure and fertilization in a Cambissol in semiarid region of India. **Agric. Ecosys. Environ.**, v.86, p.155-162, 2001.
- KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba : Degaspari, 1998. 171 p.
- KONZEN, E.A.; ALVARENGA, R.C. **Cultivo do milho: adubação orgânica**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1992. Comunicado técnico.
- KONZEN, E. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. In: Anais Videiras: EMBRAPA, 2003. **Seminário técnico da cultura do milho-IV**, Videiras-SC, 2003.
- LACERDA, C. F.; CARVALHO, C. M.; VIEIRA, M. R.; NOBRE, J. G. A.; NEVES, A. L. R.; RODRIGUES, C. F. Análise de crescimento de milho e feijão sob diferentes condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.18-24, 2010.

- LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L.; MACHADO, P.L.O.A.; GALVÃO, J.C.C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p.821-832, 2003.
- LEMAIRE, G.; GASTAL, F.N. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIRES, G. (Ed.). **Diagnosis of the nitrogen status in crops**. Berlin: Springer, p.3-43, 1997.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa, 2006. 10p. (Circular Técnica, 76).
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: Adubos e adubação. **Agronômica Ceres** - São Paulo, SP, 1981.
- MELOTTI, L.; LUCCI, C.S.; MORGULLIS, C.F.; CASTRO, A.L.; RODRIGUES, P.H.M. Degradabilidade ruminal de camas de frangos pela técnica dos sacos de náilon *in situ* com bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.35 n.2, p.92-95, 1998.
- MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1984, 44p.
- MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y.; OKAMOTO, H. **Agricultura natural**. 2. Ed. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1997. 73 p. (Coleção agroindústria).
- MORAIS, T.P.S. **Produção e composição do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) sob doses de cama-de-frango**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 38p., 2006.
- PAVINATO, P.S.; CERETTA, C.A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I.C.L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: Análise técnica e econômica da fertilização. Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 358-364, 2008.
- PIRES, J.F.; JUNQUEIRA, A.M.R.; FRANÇA, F.H. Produtividade de alface cv. Verônica e repolho cv. Kenzan em função de adubação orgânica e química em Brasília-DF. **Horticultura Brasileira**, 20: 279 (resumo 069), 2002.
- RODRIGUES, E.T. **Seleção de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) para cultivo com composto orgânico**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 164 p., 1995.
- SANTOS, R.H.S.; SILVA, F.; CASALI, V.W.D.; CONDE, A.R. **Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.36, n.11, p.1395-1398, nov. 2001.

- SANTOS, V. M. Expectativas para a safra 2012/2013 de grãos e impactos logísticos. **ESALQ/USP/LES**, Piracicaba-SP, 2013.
- SILVA, E.C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G.L.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 29, p. 353-362, 2005.
- SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.191-199, 2000.
- SILVA JUNIOR, J.P.; SIQUEIRA, J.O. Aplicação de formononetina sintética ao solo como estimulante da formação de micorriza no milho e na soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.9, p.35-41, 1997.
- SILVEIRA NETO, A.N.; SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F.; OLIVEIRA, L.F.C. Efeitos de manejo e rotação de culturas em atributos físicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, p.1-20, 2006.
- SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2.ed., p.129-144, 2004.
- SWIFT, M.J.; WOONER, P. Organic matter and the sustainability of agricultural systems: definitions and measurement. In: MULUNGOY, K.; MERCKX, R. (Ed.). **Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture**. Leuven: Wiley-Sayce, 1993. p.3-18.
- TURAZI C.M.V; JUNQUEIRA A.M.R; OLIVEIRA S.A; BORGIO L.A. Acúmulo de nitrato em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.65-70, 2006.
- UHART, S.A.; ANDRADE, F.H. Nitrogen deficiency in maize. In: **Effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set**. Crop Science, v.35, p.1376-1383, 1995.
- USDA - **United States Department of Agriculture**, 2013. Disponível em <<http://www.usda.gov>>.
- VAN RAIJ, B. Fertilidade do solo e adubação. **Agronômica Ceres**. Piracicaba-SP, 1991.
- VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; GARCIA, N.C.P.; MATOS, A.T. Compostos orgânicos contendo dejetos de suíno como fonte de N: Efeito residual da adubação orgânica no estado nutricional de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.). In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Resumos Expandidos**.  
Viçosa: UFV, 1995. V.2, p.672-674.

WU, Q.; CHEN, F.; CHEN, Y.; YUAN, L.; ZHANG, F.; MI, G. Root growth in response to nitrogen supply in Chinese maize hybrids released between 1979 and 2009. **Science China: Life Sciences**, v.54, n.7, p.642-650, 2011.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. **Factor controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics**. *Geoderma*, v.79, p.117-161, 1997.