

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE CAMA DE FRANGO NO TEOR DE
CARBONO ORGÂNICO E NA ESTABILIDADE DE AGREGADOS DE UM
LATOSSOLO SOB PASTAGEM**

CINARA XAVIER DE ALMEIDA

ELIAS NASCENTES BORGES
(Orientador)

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia, da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do grau
de Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG
Junho – 2005

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE CAMA DE FRANGO NO TEOR DE
CARBONO ORGÂNICO E NA ESTABILIDADE DE AGREGADOS DE UM
LATOSSOLO SOB PASTAGEM**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 24/06/2005

Prof. Dr. Elias Nascentes Borges
(Orientador)

Prof. Dr. Césio Humberto Brito
(Membro da Banca)

Msc. Adriana Monteiro da Costa
(Membro da Banca)

Uberlândia – MG
Junho – 2005

AGRADECIMENTOS

A Deus, agradeço pelo dom supremo que é a vida.

Aos meus pais, Neusa e Lindolfo, por me guiarem nesta caminhada com toda dedicação, carinho e amor e pela credibilidade que sempre depositaram em mim, o que fez com o que eu aprendesse a seguir sozinha.

À minha irmã, Cristiane, que sempre foi muito mais que uma amiga, sempre me socorrendo nas horas de sufoco, com muita paciência e muita presteza.

Ao meu cunhado, Iran, a quem devo grande admiração, por sua luta e força de vontade. E aos dois juntos pelos sobrinhos lindinhos que me deram, Iran Filho e Amanda, uma alegria para nossa família.

Ao Ricardo, pelo companheirismo, cumplicidade, entendimento e pelo ombro amigo em todas as horas.

Aos meus tios, tias e primos que estiveram torcendo por mim.

Aos meus primos Leandro e Danilo, em especial, pelo harmonioso convívio.

Às minhas amigas Adriane, Adriana e Lourena que foram sempre mais que amigas, minhas irmãzinhas de coração.

Aos meus amigos Silas, Diogo, Marcos André, Ademar, Ramiro, Bruno Telles, pelos momentos de alegrias e também aos colegas de sala Frederico, Gildo, Diomar, Clayton, Fabiana, Camila, Patrícia, Sofia, André, Adriana, Fernanda Vitorino, e a todos os outros pela amizade durante essa caminhada.

Aos estagiários Suelen e Diogo pela ajuda nas análises do laboratório.

Aos técnicos do LAMAS: Sr. Wilson e Marco Aurélio pelos esforços não medidos e por quem guardo um enorme carinho e afeição.

As funcionárias da coordenação, Joana e Josi, pela atenção e paciência e também pela prazerosa convivência.

Ao professor Elias pela orientação e pela confiança em mim depositada e a todos os professores do ICIAG que contribuíram para a minha formação profissional.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

RESUMO.....	06
1. INTRODUÇÃO	07
2. REVISÃO DE LITERATURA	09
2.1 Os resíduos da avicultura.....	09
2.2 Os dejetos de aves como poluidores do meio ambiente	11
2.3 As pastagens degradadas e a importância do manejo	13
2.4 Adubação orgânica e a produção agropecuária	15
2.5 Uso de resíduos orgânicos e sua decomposição no solo	17
2.6 Matéria orgânica e seu acúmulo no solo	18
2.7 Carbono orgânico e a agregação do solo	21
2.8 Adubação orgânica, formas de aplicação e nutrientes	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Localização e caracterização da área	28
3.2 Caracterização do solo	30
3.3 Caracterização da cama de frango utilizada	31
3.4 Condução do experimento.....	32
3.5 Tratamentos e delineamento estatístico	33
3.6 Amostragem do solo e preparo das amostras	34
3.7 Determinações experimentais	34
3.7.1 Estabilidade dos agregados em água por via úmida	34
3.7.2 Carbono orgânico total	36
3.8 Análises estatísticas	37

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Carbono orgânico total	38
4.2 Diâmetro médio geométrico.....	41
5. CONCLUSÕES	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
APÊNDICE.....	55

RESUMO

O setor avícola dá origem a um grande volume de resíduos orgânicos, os quais corretamente manejados e utilizados, podem reverter-se em fornecedores de nutrientes para a produção de pastagens e como condicionadores das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Com base nisso, instalou-se um experimento na Fazenda Caminho das Pedras, localizada no município de Uberlândia – MG, em uma área de Latossolo Vermelho Distrófico sob o uso de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens*, objetivando avaliar a influência da aplicação de diferentes doses de cama de frango no teor de carbono orgânico e na estabilidade de agregados. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos: T0 – Testemunha (sem adubação); T1 - 1.200 kg ha⁻¹ de cama de frango; T2 - 2.400 kg ha⁻¹ de cama de frango; T3 - 4.800 kg ha⁻¹ de cama de frango; T4 - 2.400 kg ha⁻¹ de cama de frango + ½ dose de adubação química, com 30 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e quatro repetições. Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0 a 0,20 e 0,20 a 0,40 m, na época das águas (Março) e no período seco (Agosto). Fez-se as análises de COT (carbono orgânico total) e de agregados que foram representados pelo DMG (diâmetro médio geométrico dos agregados). Observou-se que os teores de COT se concentram nas camadas superficiais do solo e que reduziram com o aumento das doses de cama de frango aplicadas. Quanto ao DMG houve resposta positiva em relação às doses crescentes de cama aplicadas.

1. INTRODUÇÃO

A demanda mundial por alimentos de qualidade e baixo custo, aliado a problemas sanitários de mercados externos, como a “gripe do frango”, impulsionaram as exportações brasileiras e projetaram o Brasil no cenário internacional, o que torna o país como terceiro maior produtor mundial e segundo maior exportador de carne de frango (DESOUZART, 2004; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGO - ABEF, 2005).

No cenário agropecuário brasileiro, o Cerrado vem se destacando como fronteira agrícola que abrange a cada ano novas tecnologias e modernizações no setor. Nessa região, a cidade de Uberlândia-MG é considerada um pólo brasileiro na produção agropecuária, que se destaca na produção de soja, milho, suinocultura e avicultura.

No entanto, uma enorme preocupação por parte dos órgãos de controle ambiental tem surgido, já que a crescente demanda de produção avícola tem levado à implantação de sistemas intensivos de criação. Estes dão origem a grandes volumes de dejetos que na maioria das vezes são descartados em locais inapropriados. É por este fato que a avicultura

tem sido enquadrada como atividade poluidora, necessitando de pesquisas que dêem a tais dejetos, uma destinação viável, econômica e sustentável ao meio ambiente.

Portanto, a fermentação e compostagem são práticas que permitem a redução do potencial poluidor de resíduos orgânicos. A viabilização desses resíduos como fonte de nutrientes às plantas e como condicionadores dos solos, pode se constituir em alternativa interessante à preservação da qualidade ambiental.

Geralmente, os resíduos da avicultura, denominados cama de frango, são compostos de uma mistura de palha de arroz ou maravalha (pó de serra) com excrementos das aves, e portanto, são ricos em matéria orgânica, nitrogênio e nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas. Por estarem disponíveis nas propriedades a um baixo custo, podem ser viabilizados pelos produtores na adubação das culturas comerciais.

Além disso a matéria orgânica é de grande importância, pois possui a capacidade de alterar os atributos físicos e químicos do solo, além de servir como fonte de carbono e nutrientes para microorganismos.

Assim, esse trabalho objetivou-se em avaliar a influência da aplicação de diferentes doses de cama de frango no teor de carbono orgânico e na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho distrófico, sob pastagem degradada de *Brachiaria decumbens*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Os resíduos da avicultura

Vários estudos têm sido realizados avaliando o uso de cama de aves como fertilizantes do solo. No entanto, pouca atenção tem sido dada aos efeitos da mesma na qualidade física do solo. Uma adequada estruturação física é fundamental para o desenvolvimento de planta, uma vez que influencia diretamente características tais como porosidade, densidade e agregação do solo e estas por sua vez podem ser alteradas em função do teor de matéria orgânica, atividade biológica, manejo e tipo de minerais presentes no solo e manejo.

O uso de resíduos animais incorpora matéria orgânica ao solo, promovendo um aumento da superfície específica e uma melhoria da sua estrutura e associado à matéria orgânica, estes dejetos apresentam altas concentrações de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, que se adequadamente pesquisados poderão reduzir os custos da produção agropecuária, e ajudar na recuperação de solos degradados advindos de uso intensivo (OLIVEIRA et al., 1993).

Espanhol et al. (2003) avaliando o efeito da adubação com cama de aviários nas dosagens de 0, 5, 10 e 20 t ha⁻¹ em um Cambissolo Húmico sob cultivo com macieira, não obtiveram diferenças significativas na flocculação das argilas, teor de carbono orgânico e estabilidade de agregados do solo, avaliados pelo DMG e DMP. Segundo estes autores, os efeitos não foram significativos devido à rápida mineralização do material orgânico.

Nuernenberg; Stammel; Camanurea (1986) não observaram efeitos significativos da adubação orgânica com 12 t ha⁻¹ de cama de poedeiras seguidas de adubação de manutenção com 2 t ha⁻¹ de cama de aviário na densidade, estabilidade de agregados e porosidade de uma Terra Roxa Estruturada (Nitossolo Vermelho) sob rotação de culturas. Os autores atribuíram a ausência dos efeitos da adubação às boas características físicas do solo, devido ao alto teor de matéria orgânica estável e em decomposição, resultante da cobertura vegetal (capoeira) que antecedeu o experimento e sucessões após a capoeira e também às pequenas quantidades e tipo de esterco empregado assim como ao tempo decorrido após a aplicação do resíduo. Deve-se enfatizar os papéis preponderantes do clima, que pode interferir no acúmulo e decomposição do material orgânico e conseqüentemente na atuação deste nos atributos do solo.

Mubarak et al. (2003) avaliando o efeito da incorporação de restos culturais na rotação milho doce - amendoim, em um solo arenoso, aplicando-se fertilizantes inorgânicos exclusivos e combinados com restos culturais e resíduos orgânico, em experimento conduzido por dois anos, não obtiveram mudanças significativas no teor de carbono orgânico, densidade do solo e conteúdo de água no solo. Os efeitos benéficos dos resíduos de animais nas propriedades físicas do solo podem exigir um longo espaço de tempo para se manifestar além de também depender de características intrínsecas do solo. Solos com

boas qualidades físicas assim como elevados teores de nutrientes tendem a não responder de forma significativa à aplicação desses resíduos. Espera-se que os efeitos sejam mais evidentes em solos naturalmente pobres e com algum grau de degradação. Em solos de melhor fertilidade a utilização desses resíduos poderá se constituir numa alternativa para a manutenção da boa qualidade destes solos.

2.2. Os dejetos de aves como poluidores do meio ambiente

Segundo Matos et al. (1998), os dejetos oriundos da criação de animais para produção de carne até a década de 1970, não constituíam maiores problemas para os criadores e a sociedade, pois a concentração de animais nas propriedades era bem pequena. O confinamento e a intensificação da produção trouxeram como consequência o aumento do volume de dejetos produzidos por unidade de área, que continuam ainda a ser lançados em cursos d'água, estocados e descartados a céu aberto, sem tratamento prévio, transformando em fonte poluidora, constituindo fator de risco para a saúde humana e animal.

De acordo com Konzen (2003) os dejetos apresentam alto poder poluente, especialmente para os recursos hídricos, devido a sua alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO). A cama de frango, como todos os resíduos orgânicos, não pode ser descartada aleatoriamente no ambiente, pois se lançada em mananciais de água, pode reduzir a quantidade de oxigênio dissolvido na água (MENEZES et al., 2004).

Um outro problema é o processo da eutrofização que consiste no crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis dos corpos d'água.

O principal fator de estímulo é um nível excessivo de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo (VON SPERLING, 1996).

Segundo Burton (1997) em vários países do mundo ocorrem danos ambientais pela estocagem e o uso inadequado de dejetos diversos, o que deve servir de alerta, para que este problema seja evitado em outros países. Na Alemanha, principalmente na baixa saxônia, a poluição ambiental por dejetos motivou a implantação de medidas restritivas muito rígidas quanto à aplicação de dejetos de animais, na tentativa de preservação e recuperação do solo e das águas de superfícies e subsuperfícies.

A partir da constatação de danos ambientais advindos da produção de dejetos de outros países e em alguns estados brasileiros, foi criada a Lei 6.938 de 31/08/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e preconiza como a principal ação a ser desenvolvida, a preservação do dano, que decorre da necessidade de licenciamento ambiental para o desenvolvimento das atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras (BARRACHO JÚNIOR, 1995).

A produtividade agrícola depende da quantidade e da proporção dos nutrientes existentes no solo. Desta forma, o uso adequado de resíduos orgânicos junto à agricultura, poderá contribuir substancialmente não só para a adequação da fertilidade dos solos de uma maneira geral, mas também para a recuperação daqueles degradados pelo uso intensivo, através da melhoria da agregação e estruturação do solo e fornecimento de nutrientes para as plantas. E por outro lado, estaria minimizando ou até mesmo anulando o impacto ambiental que os mesmos resíduos poderiam vir a causar.

2.3. As pastagens degradadas e a importância do manejo

A degradação do solo pode ser entendida como a redução da qualidade física, química e biológica e de sua produtividade devido a causas naturais ou induzidas pelo homem, com perda de sustentabilidade e redução da sua capacidade de produção em um determinado sistema de uso (BANCO MUNDIAL, 2004).

Normalmente resulta em produções reduzidas devido à perda ou à insuficiência de nutrientes e água disponível para o crescimento das plantas ou por maiores custos e decréscimo na eficiência das adubações. Usos impróprios da terra e tecnologias ineficientes de manejo têm sido apontados como os mais importantes fatores que conduzem à degradação do solo. As estimativas mais otimistas são de que 562 milhões de hectares (38%) da área agrícola do globo estão degradadas (DECHEN et al., 2004).

O Brasil tem no total cerca de 100 milhões de hectares sob pastagens e em torno de 60 milhões são cultivadas. A maior parte, entre 48 milhões e 50 milhões, está na região do cerrado e grande parte destas áreas de pastagens cultivadas precisa ser recuperada, porque estão parcialmente ou totalmente degradados, o que faz com que a produção animal seja seis vezes inferior à de uma pastagem recuperada ou em bom estado de manutenção, sendo isso uma grande desvantagem para o produtor (SANTOS, 2003).

Os fatores que levaram e continuam levando as pastagens à degradação podem ser resumidos em quatro: escolha inadequada da espécie forrageira, má formação do pasto, manejo incorreto da pastagem e falta de reposição de nutrientes (SANTOS, 2003). Daí a importância de se adotar um manejo adequado, repondo os nutrientes que são retirados anualmente, dando sustentabilidade a todo o sistema, a fim de evitar que estes pastos sejam levados à degradação total.

Via de regra todo solo, quando incorporado ao processo agrícola, tem suas condições físicas e químicas modificadas, apresentando normalmente uma tendência a

divergir da situação natural com o decorrer do tempo, podendo evoluir para situações positivas ou o que é mais comum para mais negativas ao crescimento das plantas. De todos os componentes do manejo, o preparo do solo, segundo Vieira et al. (1984), é o que mais interfere no seu comportamento físico e químico, já que este atua diretamente na sua estrutura.

Sistemas de manejo que não envolvam revolvimento e que ainda adicionam grandes quantidades de resíduos possibilitam aumentos dos teores de matéria orgânica do solo. Pode ocorrer então acúmulo de nutrientes nas camadas superficiais, o que de certa forma não é desejável por não favorecer o aprofundamento do sistema radicular (MUZZILLI, 1983; CENTURION et al., 1985; MERTEN; MIELNICZUK, 1992).

A habilidade das plantas em explorar o solo, em busca de fatores de crescimento, depende grandemente da existência e distribuição de raízes no perfil do solo, que por sua vez, são dependentes das condições físicas e químicas, as quais são passíveis de alterações em função do manejo aplicado (SIDIRAS et al., 1983; ROSOLEM, 1992).

Canalli e Roloff (1997) afirmam que o crescimento das plantas depende grandemente das condições físicas de um solo, uma vez que influenciam a disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio absorvidos pelo sistema radicular. Há necessidade, portanto, de atentar às condições químicas, mas também físicas do solo, visando à produtividade de modo econômico e sem a degradação da natureza.

Sendo os atributos físicos do solo funções que caracterizam seus processos de retenção e transmissão de água, oxigênio e nutrientes, eles podem ser utilizados como parâmetros para avaliação funcional do efeito das modificações impostas à estrutura dos

mesmos solos pelos diversos sistemas de manejo e preparo atualmente utilizados (CANALLI; ROLOFF, 1997).

Portanto, técnicas de uso e manejo do solo que interfiram o mínimo possível no ambiente, que sejam ecologicamente sustentáveis e capazes de proporcionar condições ideais ao crescimento das plantas devem ser pesquisadas e principalmente adotadas no meio rural. O conhecimento dessas alterações em condições específicas de solo e clima é importante para o entendimento das potencialidades e limitações dos sistemas de manejo, em relação à produtividade das culturas, alterações físicas do solo, manejo químico e adoção de práticas que possam contornar possíveis limitações advindas da sua utilização.

2.4. Adubação orgânica e a produção agropecuária

A matéria orgânica representa componente fundamental para a qualidade do solo, estando envolvida em diversos processos físicos, químicos e biológicos. Desequilíbrios no seu suprimento e alterações nas taxas de decomposição podem provocar a sua redução em solos sob cultivo, desencadeando processos de degradação. A sustentabilidade de agroecossistemas está intimamente relacionada à sua manutenção (ROSCOE; MACHADO, 2002).

A adubação orgânica compreende o uso de resíduos orgânicos de origem animal (cama de frango, dejetos de suínos, cama de peru, etc), vegetal (adubação verde, restos culturais) e agroindustrial (tortas, bagaços), com a finalidade de recuperar fisicamente o solo, aumentar a atividade microbiana do mesmo, fornecer nutrientes e conseqüentemente aumentar a produtividade das culturas.

Dentre as vantagens da adubação orgânica citam-se as seguintes: efeitos condicionadores (favorece a floculação e agregação das partículas e a estrutura do solo) aumentam a capacidade de troca de cátion (CTC), capacidade de retenção de água, efeitos sobre os nutrientes (aumenta a disponibilidade dos nutrientes por meio de processos de mineralização e contribui para a diminuição da fixação de fósforo no solo) e efeitos sobre os microorganismos do solo (principal fonte de nutrientes e energia para os microorganismos) (ROSCOE; MACHADO, 2002).

O avanço tecnológico alcançado nos últimos anos, especialmente no cerrado brasileiro, caracterizou-se pela implantação de sistemas de confinamento intensivo de animais, com produção de grande volume de resíduos orgânicos (dejetos de suínos, aves e resíduos orgânicos industriais) por unidade de área.

Contudo, deve-se buscar meios para utilizar os resíduos dos sistemas criatórios de aves, de forma racional e econômica. Como exemplo, convertê-los em insumos para a agropecuária, o que eliminaria seu potencial poluente, transformando-os em potencial produtivo (MARRIEL et al., 1987).

A cama de frango pode ser considerada como adubo orgânico de excelente qualidade por conter altas quantidades de macro e micronutrientes, necessitando no entanto, que se conheça suas potencialidades e limitações de sua interação com o solo e a água (MALONE, 1992).

Com a utilização de cama de frango, Warren e Fonteno (1993), observaram transformações físico-químicas nos solos agricultáveis, demonstrando que a capacidade de troca de cátions (CTC) e a disponibilidade de N, P, K, Ca, Mg aumentaram linearmente com o aumento da dose de cama aplicada ao solo. Além disso, ocorreram melhorias

relacionadas à agregação do solo e sua resistência à penetração e também na sua estruturação. Os mesmos resultados foram observados por Henry e White (1993); Smith (1993). Esses pesquisadores observaram que além da melhoria dos atributos físicos e químicos do solo, as forragens cultivadas em solos onde foram adicionados cama de frango, obtiveram maiores teores de proteína, P, K, Cu e Na, quando comparadas às aplicações com adubação química.

A manutenção de uma pastagem em níveis satisfatórios de produtividade se faz necessária já que os sistemas de produção a pasto mostram-se cada vez mais competitivos, não somente pelos baixos custos de produção (PINEDA, 2000), mas também pela possibilidade de oferecer carne e leite produzidos a pasto, em um sistema que valoriza o engajamento social, preserva o meio ambiente e onde existe também a preocupação com o bem estar animal (PINEDA; TONHATI, 2001).

2.5. Uso de resíduos orgânicos e sua decomposição no solo

Segundo Matos et al. (1998), a decomposição dos materiais orgânicos é diferenciada segundo os atributos físicos, químicos e biológicos dos seus componentes, e também atributos físicos, químicos e hídricos do solo. Segundo estes pesquisadores, os açúcares, amidos e proteínas simples são os primeiros a se decompor, e a seguir há a decomposição da proteína bruta e da hemicelulose. A celulose, a lignina e as gorduras são as mais resistentes, podendo com o tempo dar origem à substâncias orgânicas de estrutura complexa, genericamente chamadas de húmus. Kiehl (1985) afirma que a decomposição é muito influenciada pela relação C/N, teor de N da matéria prima, tamanho das partículas, aeração e umidade do solo e pelo revolvimento deste.

Diversas pesquisas têm mostrado que a decomposição dos dejetos no solo é caracterizada por uma fase rápida e por uma fase lenta, podendo ser descrita pelos modelos exponenciais, do tipo $Y = X \cdot e^{-K}$ com valores de $K = 0,025.\text{ano}^{-1}$, dando idéia da rapidez da decomposição dos rejeitos orgânicos.

Pesquisas como a de Tibau (1983) e Costa (1999) mostram que a adição de fosfatos e sulfato de cálcio (gesso agrícola) é recomendada nas condições tropicais como forma de minimizar as perdas de nitrogênio e acelerar a decomposição do material orgânico.

Quando a cobertura do solo é incorporada, apesar de muitas vezes ser uma quantidade considerável de massa, parece haver pouca influência sobre as propriedades físicas do solo. Isso porque a prática da aração e gradagem cria condições favoráveis à decomposição do material incorporado e não há acúmulo de matéria orgânica e, em determinadas situações, especialmente quando a relação C/N for muito estreita (<20:1), pode haver decomposição da matéria orgânica do próprio solo (BROADEBENT; NAKASHIMA, 1974 apud ANDREOLA, 2000). Quando em estado vegetativo, a cobertura do solo tem ação indireta sobre as propriedades físicas do solo pela proteção física da superfície, evitando a degradação superficial, e direta, pelo crescimento das raízes (ANDREOLA, 2000).

2.6. Matéria orgânica e seu acúmulo no solo

Embora contribua somente com uma pequena parcela da massa total dos solos minerais, a matéria orgânica do solo (MOS) é componente essencial nos diversos processos químicos, físicos e biológicos de ecossistemas terrestres (PICCOLO, 1996; CHRISTENSEN, 2000; CARTER, 2001 apud ROSCOE; MACHADO, 2002).

Compreende-se por MOS todo o carbono orgânico presente no solo na forma de resíduos frescos ou em diversos estádios de decomposição, compostos unificados e materiais carbonizados (ex.: carvão em solos de savana), associados ou não à fração mineral; assim como a porção viva, composta por raízes e pela micro, meso e macrofauna (ROSCOE; MACHADO, 2002).

Segundo esses mesmos autores esta é uma conceituação teórica já que na maioria das vezes o que se convencionou chamar de MOS compreende somente parte dos componentes citados, dependendo enormemente do preparo da amostra e da metodologia utilizada na determinação em laboratório. Por exemplo, em análises de rotina de fertilidade do solo, as amostras são destorroadas e tamisadas, eliminando-se todos os resíduos orgânicos maiores que 2 mm (incluindo-se toda a macro e parte da mesofauna).

Segundo Resende et al. (2002) é difícil determinar o teor de matéria orgânica presente no solo. A análise de carbono tem sido utilizada, e determina-se então o carbono orgânico total (COT). Na prática, os resultados têm sido expressos em percentagem de carbono ou, o que é menos aconselhável, admite-se que toda a matéria orgânica do solo tem 58% de carbono (isso compreende ao fator 1,724 de Van Bemmelen).

Os teores de carbono na matéria orgânica do solo variam bastante entre os diferentes tipos de solo e, dentro de um mesmo perfil decrescem com a profundidade (RESENDE et al., 2002; SANTOS et al., 2004).

A constituição da matéria orgânica dos tecidos vegetais influencia marcadamente a sua decomposição microbiana e, conseqüentemente, o teor de matéria orgânica do solo. Considerando um mesmo local, clima e manejo do solo, o efeito das espécies vegetais sobre o teor e tipo de matéria orgânica do solo, depende basicamente de sua composição

(carboidratos, proteínas, lignina...), quantidade adicionada, umidade, relação C/N, tempo, método e incorporação (REINERT, 1998).

O teor de matéria orgânica é para muitos pesquisadores, o atributo que melhor representa a qualidade do solo, podendo ser notadamente influenciado pelos sistemas de preparo do solo. Os sistemas de manejo do solo nos quais não ocorre revolvimento, são responsáveis por maior acúmulo de carbono (SANTOS et al., 2004; ZANATTA et al. 2004). Dechen et al. (2004) observaram que o sistema plantio direto é o que apresentou maiores teores de COT, em superfície. Neste sistema, o decréscimo no teor de matéria orgânica do solo em relação à vegetação nativa é menor, mas a quantidade de matéria orgânica no solo dependerá, também da textura do solo, do regime hídrico e da quantidade de massa deixada na superfície.

O acúmulo de matéria orgânica favorece o aumento da CTC além de melhorar a estabilidade dos agregados, diminuindo desta forma o prejuízo potencial dos agentes erosivos. Nos sistemas de preparo convencionais, o revolvimento do solo, além de promover uma maior distribuição em profundidade do material vegetal, uma maior oxidação da matéria orgânica (SANTOS et al., 2004).

Outro fator que pode afetar o acúmulo de matéria orgânica no solo sob cultivo é a perda da camada superficial pela erosão, já que a mesma se concentra nos primeiros centímetros de solo. A quantidade de matéria orgânica perdida por erosão está relacionada com as perdas de terra.

O acúmulo de matéria orgânica nos solos depende além dos sistema de manejo, mas também da cultura implantada (TISDALL E OADES, 1984; CARPENEDO E

MIELNICZUK, 1990). Schmidt et al. (2004) avaliando a influência de diferentes doses de resíduos de azevém sob os teores de COT no solo, concluíram que a adição de doses crescentes de resíduos na superfície do solo aumentou os teores de COT na solução do solo, conseqüentemente a disponibilidade de nutrientes.

Em pastagens, segundo Mello et al. (2004), o acúmulo de carbono pode ocorrer em função da adição de resíduos e ao não revolvimento, mas apenas se a lotação de animais for adequada, de maneira que o consumo não supere a produção de matéria seca das forragens. Estds mesmop autoreq em experimento para avaliar o estoque de carbono em área de pastagem com diferentes ofertas de forragens durante 18 anos, observaram que houve aumento na quantidade de COT, sendo as maiores diferenças verificadas no ambiente social (ambiente onde o animal se concentra pgrto das cercas e tanquep d'água e que ocorre maior acúmulo de dejetos). Estes resultados mostram a importância dos dejetos no acúmulo de COT no solo.

2.7 Carbono orgânico e a agregação do solo

O sistema solo é o resultado de uma rede de relações complexas entre os minerais, plantas e microrganismos. O seu funcionamento ocorre pela passagem do fluxo de energia e matéria, o qual se caracteriza pela entrada de compostos orgânicos, adicionados pelas plantas e transformados pela pedofauna. Conforme este mecanismo, os componentes do solo interagem e o sistema se auto-organiza em estados de ordem seguindo uma hierarquia de complexidade (MIELNICZUK et al., 2003).

Agregados do solo podem ser definidos como uma união natural ou grupo de partículas nas quais as forças que mantêm os colóides juntos são muito mais fortes que entre agregados adjacentes (MARTIN et al., 1955).

O teor de carbono orgânico no solo influencia diretamente a estabilidade de agregados do mesmo. Quanto maior o teor de matéria orgânica do solo, maior será a organização das partículas em estruturas mais complexas, contribuintes no processo de elevação da qualidade do solo a níveis mais altos. Dessa forma, sistemas que proporcionam a adição de uma grande quantidade de resíduos, bem como uma eficiente ciclagem de nutrientes e uma biota edáfica ativa, favorecem um alto fluxo de energia e matéria e consequentemente tendem a formar classes maiores de agregados e proporcionar incrementos na produtividade (PEDROSO et al., 2004).

A estrutura é o resultado da agregação das partículas primárias como areia, silte, argila e outros componentes do solo como a matéria orgânica, os óxidos de ferro e alumínio e o calcário, originando massas distintas e formando agregados estáveis. Segundo Kiehl (1985) para haver formação de agregados são necessárias duas principais condições: a primeira uma força mecânica qualquer para provocar a aproximação das partículas do solo, o que pode ser causado pelo crescimento das raízes, por animais terrestres, pelo fenômeno da expansão e contração do solo provocado pelo molhamento e secamento alternado ou pela floculação de colóides; a segunda condição é a de que, após o contato das partículas, haja um agente cimentante para consolidar essa união, gerando o agregado. A matéria orgânica humificada, juntamente com os minerais de argila, são os dois agentes cimentantes que mais contribuem para a agregação do solo, pois há uma interação entre os

colóides orgânicos e inorgânicos do solo, formando complexos que favorecem a estruturação (KIEHL, 1985).

Segundo esses mesmos autores, a organização inicia-se com a interação da matéria mineral entre si e da matéria mineral com os componentes orgânicos, o que dá início à agregação do solo na ordem de nm. A interação desses agregados com os compostos orgânicos resulta na formação de agregados maiores e de estrutura mais complexa, os microagregados.

Durante o processo de agregação, ocorre a retenção de matéria orgânica no solo, devido à proteção química e física à decomposição microbiana. Quimicamente por interagir fortemente com minerais e com cátions polivalentes, assim não disponível aos microorganismos (EDWARDS; BREMNER, 1967), e fisicamente por estar incorporada dentro dos microagregados em poros de reduzido diâmetro, inacessível mesmo a bactérias e suas enzimas (TISDALL; OADES, 1982) .

A capacidade dos solos de sustentar o crescimento de plantas e atividade biológica é função também das propriedades físicas (REINERT, 1998). O estado de agregação do solo é de grande importância para as atividades agrícolas, uma vez que está relacionado com a aeração do solo, desenvolvimento radicular, suprimento de nutrientes, resistência mecânica do solo à penetração, retenção e armazenamento de água, e também tem influência sobre a compactação e a erosão.

Os microagregados podem ser unidos por materiais orgânicos temporários como exudatos radiculares e microbianos, pelo entrelaçamento de hifas de fungos e pela própria ação do sistema radicular, resultando em macroagregados (TISDALL; OADES, 1982).

Em geral, os solos em seu estado natural, sob vegetação nativa, apresentam características físicas, como permeabilidade, densidade do solo, espaço poroso e estrutura, agronomicamente desejáveis. Nessa situação, o volume de solo explorável pelas raízes é grande. Entretanto, à medida que os solos vão sendo trabalhados motomecanicamente, consideráveis alterações físicas vão ocorrendo (ANDREOLA, 2000).

Dentre os atributos físicos a agregação do solo é influenciada diretamente pelo manejo agrícola, uma vez que o carbono orgânico é um dos responsáveis por essa agregação e é também a fração mais vulnerável ao manejo do solo (SALCEDO et al., 2004).

Pedroso et al. (2004) avaliando a influência da agregação na produtividade de diversas culturas concluíram que na camada superficial (0-5 cm) cerca de 28% dos agregados da zona de baixo rendimento encontraram-se na classe $>4,76$ mm, enquanto que, 21% dos agregados da mesma zona estavam na classe $<0,21$ mm, constituindo microagregados ou estado de ordem mais baixo. Já nas zonas de médio e alto rendimento, cerca de 60% dos agregados encontravam-se nas classes $>4,76$ e $4,76-2,0$ mm, evidenciando uma maior tendência do sistema ao equilíbrio.

No processo de formação dos agregados, as raízes, ao penetrarem no solo, comprimem as partículas, aproximando-as, e, no processo de estabilização dos agregados maiores, além do efeito das raízes que formam um emaranhado no solo, há também o efeito das hifas dos fungos que estão associados com as raízes (ANDREOLA, 2000).

A estrutura do solo é a propriedade física mais relacionada à degradação e recuperação dos solos, e apresenta grande dinamicidade no tempo em função do manejo. A estabilidade da estrutura do solo é dependente da estabilidade da macro e micro estrutura,

que por sua vez é induzida pela ação de substâncias agregantes agindo através de diferentes mecanismos constituindo o processo de agregação. A matéria orgânica, óxidos e argilas são as três principais substâncias agregantes e para um mesmo solo, variações do tipo, conteúdo e posição da matéria orgânica, parecem ser a chave principal do entendimento das variações de sua estabilidade (REINERT, 1998).

Portanto, o processo de formação e estabilização dos agregados é um fenômeno de natureza complexa, no qual atuam fatores bióticos, como os organismos do solo e o sistema radicular das plantas, pela produção de substâncias de origem orgânica, que atuam como agregantes, e fatores abióticos, como a mineralogia da fração argila e o teor de matéria orgânica do solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002; FERREIRA et al., 1999; OADES, 1984 apud D' ANDRÉA et al., 2004).

Girelli et al. (2004) analisando a distribuição de carbono em agregados sob três tipos de uso do solo encontraram maior concentração de carbono nos agregados à profundidade de 0-5 cm e no solo sob floresta.

Contudo, a utilização de sistemas conservacionistas sem revolvimento do solo permite a maior produção e acúmulo de compostos transitórios por plantas e microorganismos favorecendo a união dos microagregados, gerando proporções maiores de macroagregados (JASTROW et al., 1996 apud CONCEIÇÃO et al., 2004).

Reinert (1998) e Resende et al. (2002) afirmam que dentro do universo das plantas, as gramíneas perenes têm exercido maiores benefícios à qualidade do solo do que as florestas. Isso ocorre principalmente devido ao teor de matéria orgânica e à concentração de raízes, que promovem a aproximação de partículas pela constante absorção e armazenamento de água no solo, às periódicas renovações do sistema radicular e à

uniforme distribuição de exudados, que estimulam a atividade microbiana no solo, cujos subprodutos atuam na formação e estabilização de agregados.

Os exudatos radiculares são substâncias orgânicas liberadas na região próximo às raízes, chamada de rizosfera e atuam direta e indiretamente na agregação do solo. A exudação em algumas situações, principalmente em estresses de plantas, chega a consumir até 40% dos produtos fotossintetizados pelas plantas, ativando a atividade microbiana, agindo assim indiretamente na agregação (REINERT, 1998).

2.8. Adubação orgânica, formas de aplicação e nutrientes

Fertilizante orgânico pode ser definido como todo produto de origem vegetal ou animal que, aplicado ao solo em quantidades, em épocas e maneiras adequadas, proporciona melhorias de suas qualidades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas, efetuando correções de reações químicas desfavoráveis ou de excesso de toxidez e fornecendo às raízes nutrientes suficientes para produzir colheitas compensadoras, com produtos de boa qualidade, sem causar danos ao solo, à planta ou ao ambiente (KIEHL, 1985).

O principal fator determinante da quantidade de adubo orgânico a ser aplicado é a sua disponibilidade, custos, poder poluidor, forma de aplicação, necessidades nutricionais da cultura onde serão utilizados e teor de nutrientes nele contidos.

A maior dificuldade para caracterizar os adubos orgânicos quanto à composição química e eficiência agronômica, deve-se à grande diversidade destes, quanto à origem, grau de umidade e percentagem de conversão (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, MG - CFSEMG, 1997).

Para o cálculo da adubação, deve-se considerar que os dejetos animais sofrem perdas de 30 a 60%, tanto pelo arrastamento de material como pelo processo de fermentação, que envolve desprendimento de amônia (CFSEMG, 1997).

Segundo Konzen e Alvarenga (2002), Konzen (2003) as doses de cama de aves a serem aplicadas devem sempre obedecer à reposição da exportação de nutrientes pelas culturas e deve-se sempre atentar para as doses econômicas.

O processo de “cura” (fermentação) visa obter matéria orgânica homogênea, bem estruturada, livre de sementes, pragas, e doenças, com relação C/N ideal e com boa mineralização dos compostos orgânicos e liberação de nutrientes.

O material orgânico deve ser incorporado ao solo para que se obtenha a maior eficiência no uso de fósforo e evitar perdas de nitrogênio por meio de volatilização da amônia, embora na prática a acomodação em superfície seja mais realizada, principalmente no sistema de plantio direto, segundo as observações de Santos (1997).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área

O experimento foi conduzido em uma área de pastagem, na Fazenda Caminho das Pedras, localizada no município de Uberlândia-MG que fica a uma latitude entre 18°52'11,3'' e 18°52'58,8''S, longitude entre 48°33'08'' e 48°33'06,8''W de Greenwich e a uma altitude média de 800 metros. O clima segundo classificação de Köppen, enquadra-se como Aw, que se caracteriza como clima tropical chuvoso, megatérmico, com inverno seco.

A precipitação pluviométrica mensal e temperatura média para a região, no período de Janeiro a Agosto de 2004 são apresentadas, respectivamente nas Figuras 1 e 2. Observa-se que a precipitação total para o período foi de 1.074 mm, distribuída irregularmente e concentrada nos meses de janeiro, fevereiro, março e início de Abril.

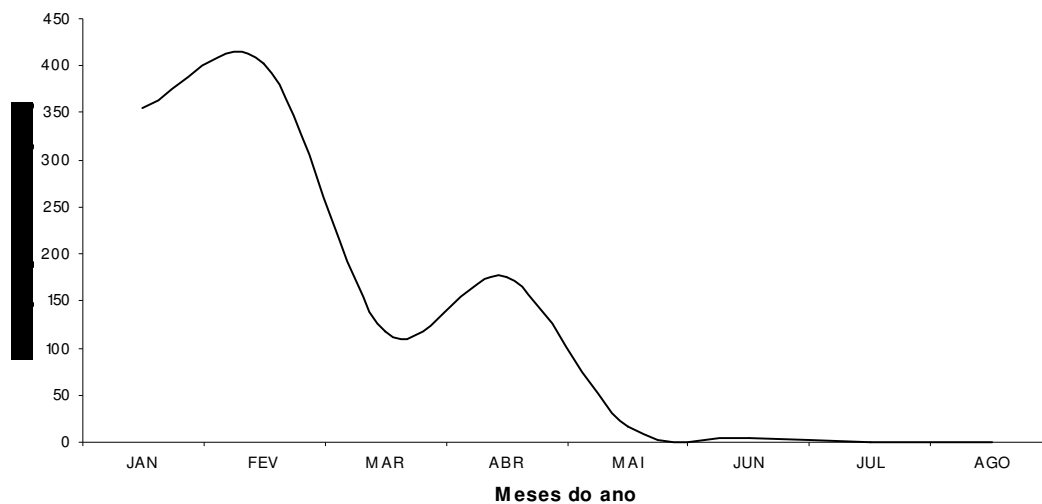


Figura 1- Distribuição pluviométrica média mensal no período de Janeiro a Agosto de 2004, para a região de Uberlândia-MG.

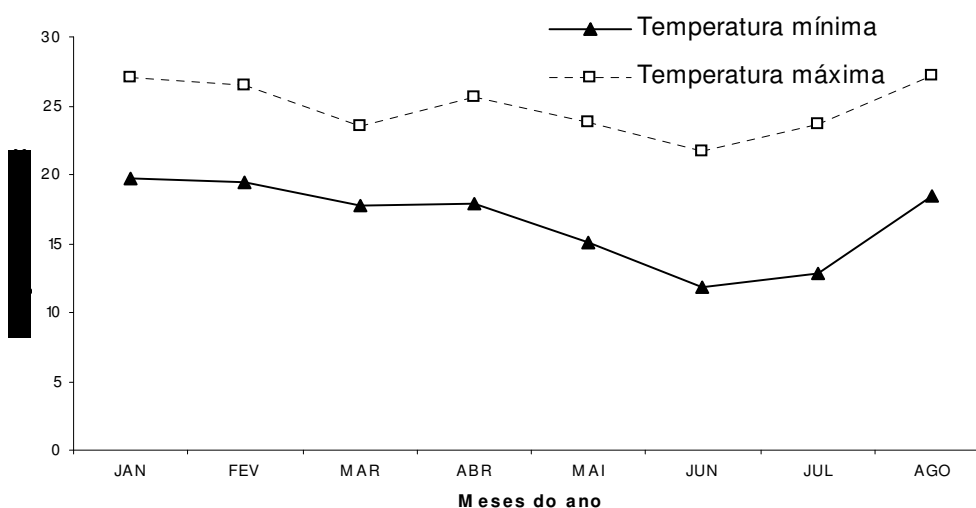


Figura 2 - Temperatura média mensal no período de Janeiro a Agosto de 2004, para a região de Uberlândia – MG.

3.2. Caracterização do solo

Por ocasião da instalação do experimento o solo, originalmente sob vegetação de cerrado, estava sob uso de pastagem de *Brachiaria decumbens* com sinais de degradação, presença de plantas infestantes, descoberto e com sinais de processo erosivo.

O solo é um Latossolo Vermelho distrófico típico, textura média (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1999). O critério para seleção do local de coleta foi um solo representativo da região. Anteriormente à implantação do experimento (novembro de 2003), efetuou-se a análise química e física do solo, para fins de caracterização da área (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 - Análise química (macronutrientes) do solo amostrado nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm na área experimental em Uberlândia-MG

Prof. (cm)	pH água	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m
		--- mg dm ⁻³ ---			----- cmol _c dm ⁻³ -----						----- % -----	
0-20	5,8	1,6	27,3	0,1	0,8	0,2	2,6	1,2	1,3	3,7	30,7	14,3
20-40	5,5	0,9	27,0	0,3	0,3	0,1	2,6	0,5	0,8	3,1	15,0	39,0

P, K - (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025N); Al, Ca, Mg = (KCl 1 N); SB = Soma de Bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases e m = Saturação por alumínio.

Tabela 2 - Análise química (micronutrientes) e granulométrica do solo amostrado nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm na área experimental em Uberlândia-MG

Prof. (cm)	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄	COT	Areia	Silte	Argila
	-----mg dm ⁻³ -----							-----g Kg ⁻¹ -----		
0-20	0,3	0,6	36,7	6,4	0,3	2,3	14,2	801,3	33,7	165,0
20-40	0,3	0,6	30,0	5,8	0,2	7,0	11,3	771,8	38,4	189,8

B=[BaCl₂.2H₂O a 0,125% a quente]; Cu, Fe, Mn, Zn = [DTPA 0,005M + CaCl 0,01M +TEA 0,1M a pH 7,3]; S-SO₄ = Ca (H₂PO₄)₂ 0,01 mol L⁻¹; COT = Carbono orgânico total (Yeomans; Bremner, 1988). Granulometria = Método da pipeta (EMBRAPA, 1997).

3.3. Caracterização da cama de frango utilizada

A cama de frango utilizada foi formada pela excreção de frangos de corte durante 3 ciclos (35 dias cada), criados confinados sob substrato de casca de arroz e coletada logo após a retirada dos frangos do galpão. A cama foi estabilizada por 30 dias e caracterizada química e físico-quimicamente (Tabela 3), para posterior aplicação.

Tabela 3 - Caracterização química e físico-química da cama de frango utilizada no experimento em Uberlândia-MG¹

Determinações	Umidade natural	Base seca (110°C)
pH em CaCl ₂ 0,01M	8,24	-
Umidade total (g kg ⁻¹)	38,20	-
Matéria orgânica total (g kg ⁻¹)	455,50	737,00
Carbono total (g kg ⁻¹) ²	253,00	409,40
Carbono orgânico (g kg ⁻¹)	157,10	254,20
Resíduo mineral total (g kg ⁻¹)	162,50	263,00
Resíduo mineral solúvel (g kg ⁻¹)	79,70	129,00
Resíduo mineral insolúvel (g kg ⁻¹)	82,80	134,00

“...continua...”

“Tabela 3 – Cont.”

Fibra Bruta (g kg ⁻¹)	16,48	-
N total (g kg ⁻¹) ³	13,30	21,60
P total (g kg ⁻¹) ⁴	6,75	10,93
K total (g kg ⁻¹) ⁵	15,14	24,50
Ca total (g kg ⁻¹) ⁵	11,20	18,10
Mg total (g kg ⁻¹) ⁵	2,70	4,40
S total (g kg ⁻¹) ⁶	2,53	4,10
Cu total (mg kg ⁻¹) ⁷	242,90	393,00
Mn total (mg kg ⁻¹) ⁷	200,90	325,00
Zn total (mg kg ⁻¹) ⁷	86,52	140,00
Fe total (mg kg ⁻¹) ⁷	646,43	1046,00
B total (mg kg ⁻¹) ⁷	7,30	11,80
Na total (mg kg ⁻¹)	1730,40	2800,00
Relação C/N (C total e N total)	19/1	19/1

¹/Análises realizadas no LABAS-ICIAG-UFU; ² / C total (oxidação da matéria orgânica com solução 0,17 mol L⁻¹ de dicromato de potássio e titulação do excesso de dicromato com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,5 mol L⁻¹); ³/ N (método micro-kjeldhal); ⁴/ P (método do vanadato-molibdato); ⁵/ K, Ca e Mg (espectrofotometria de chama); ⁶/ S (método gravimétrico); ⁷/ Cu, Mn, Zn e Fe (espectrofotometria de absorção atômica).

3.4. Condução do experimento

O experimento foi conduzido, em campo, durante o período de janeiro a agosto de 2004. O ensaio foi montado em uma área de aproximadamente 10 hectares, cercada para controlar a entrada de animais no experimento.

A aplicação dos resíduos foi realizada no mês de janeiro de 2004. Após a aplicação a pastagem passou por um período de diferimento de 120 dias. Este período foi necessário para que a cama, aplicada superficialmente, fosse mineralizada e para evitar a

presença de resíduos sob a forragem, quando do retorno do pastejo animal, que ocorreu no início de Maio de 2004, com uma lotação de 0,90 Ua ha.

3.5. Tratamentos e delineamento estatístico

Foi feita uma aplicação de calcário, com 2,4 t ha⁻¹. As dosagens de cama de frango foram determinadas segundo os teores de fósforo (P) da cama de frango, e as necessidades da pastagem.

Os cálculos foram feitos de acordo com Menezes et al. (2004) onde, o teor de P, contido no resíduo, foi multiplicado por 2,29 para transformá-lo em P₂O₅ buscando adicionar ao solo, na dosagem máxima o equivalente a 120 Kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Os tratamentos aplicados foram:

- T0 - zero de adubação (Testemunha);
- T1 - 1.200 kg ha⁻¹ de cama de frango;
- T2 - 2.400 kg ha⁻¹ de cama de frango;
- T3 - 4.800 kg ha⁻¹ de cama de frango;
- T4 - 2.400 kg ha⁻¹ de cama de frango + ½ dose de adubação química recomendada, com 36 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

O delineamento estatístico proposto foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, as parcelas tinham 25 X 10 m, com área útil de 15 X 10 m, e foram demarcadas ao acaso.

As aplicações foram feitas a lanço com um distribuidor de resíduos sólidos, sem incorporação.

3.6. Amostragem do solo e preparo das amostras

Coletou-se amostras do solo nas profundidades de 0 a 20 cm (profundidade 1) e 20 a 40 cm (profundidade 2), com o auxílio de uma enxada, retirando-se a camada superior do solo para a eliminação do excesso de raízes. A amostragem foi realizada em duas épocas distintas do ano de 2004, uma no período das chuvas, realizada no mês de março (época 1), dois meses após a aplicação dos resíduos, e outra no período seco, feita em agosto (época 2), visando detectar possíveis influências das condições climáticas regionais sobre os atributos físicos do solo.

As amostras foram secas ao ar, cuidadosamente destorroadas e passadas nas peneiras de 4 e 2 mm. Para a análise de agregados fez-se necessária a retirada das raízes não ligadas aos agregados.

3.6. Determinações experimentais

3.6.1. Estabilidade dos agregados em água por via úmida

A estabilidade de agregados foi realizada segundo método por via úmida, sem pré-umedecimento (EMBRAPA, 1997), utilizando-se um aparelho de oscilação vertical, proposto por Yoder (1936).

Conforme a metodologia, as amostras foram secas ao ar, destorroadas cuidadosamente para quebrar os agregados maiores, e passadas em peneira com abertura de malha de 4 mm e retidas na de 2 mm. Pesou-se então 25 g da amostra em triplicata, duas destas levadas aos dois jogos de peneiras 13 cm de diâmetro com aberturas de malha de 2,0 mm, 1,0 mm, 0,5 mm e 0,25 mm, sobrepostas nesta ordem, que receberam as amostras de

solo para determinação dos agregados. A terceira levada à estufa (105°C) por uma noite, para correção de umidade.

O nível de água no recipiente do aparelho oscilador foi ajustado de forma que atingisse uma amplitude de 4 cm e uma frequência de 32 oscilações por minuto. As amostras aí colocadas foram agitadas por 4 minutos.

Após este período, os suportes contendo os jogos de peneiras foram retirados e os agregados retidos em cada peneira foram transferidos, com o auxílio de jatos de água de uma piceta, para latas de alumínio identificadas. Posteriormente as amostras foram também levadas à estufa, por 24 horas e pesadas para o cálculo da proporção de agregados retidos nas seguintes classes: 4-2; 2-1; 1-0,5 e de 0,5-0,25 mm.

A estabilidade de agregados foi representada neste trabalho pelo diâmetro médio geométrico (DMG). O cálculo do DMG foi feito segundo a expressão:

$$DMG = \text{anti log} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \times \log X_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (1)$$

e que

DMG: diâmetro médio geométrico (mm);

W_i : proporção de agregados da classe i ;

X_i : diâmetro médio da classe (mm).

3.6.2. Carbono orgânico total

A determinação dos teores de carbono orgânico total (COT) foi feita por oxidação da matéria orgânica por via úmida, utilizando-se solução de $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido (YEOMANS; BREMNER, 1988).

O procedimento metodológico consistiu na pesagem de 0,3 g das amostras de solo, trituradas em almofariz e passadas em peneira de 0,210 mm. Após pesado, o solo foi transferido para tubos de digestão, receberam 5mL de Dicromato de Potássio ($K_2Cr_2O_7$) $0,167 \text{ mol L}^{-1}$ e 7,5 mL de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) concentrado e foram levados a bloco digestor a 170°C por 30 minutos. Após o resfriamento (15 minutos), o conteúdo dos tubos foi transferido quantitativamente para erlenmeyers de 125 mL, utilizando-se água destilada suficiente para obter um volume final de aproximadamente 50 mL. Em seguida, foram adicionados 2 mL de Ácido Fosfórico (H_3PO_4) concentrado, uma pitada de Fluoreto de Sódio (NaF), aproximadamente 0,2 g, e três gotas de solução indicadora de ferroin.

A titulação foi feita com Sulfato Ferroso Amoniacal ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$) $0,25 \text{ mol L}^{-1}$. Paralelamente, foram realizadas provas em branco, com e sem aquecimento.

O volume de Sulfato Ferroso Amoniacal gasto na titulação (V) foi calculado pela relação:

$$V = \{ (V_{bc} - V_a) \times [(V_{bs} - V_{bc}) / V_{bs}] \} + (V_{bc} - V_a) \quad (2)$$

e que

V_{bc} : volume gasto de Sulfato Ferroso Amoniacal na titulação do branco com aquecimento;

V_{bs} : volume gasto de Sulfato Ferroso Amoniaacal na titulação do branco sem aquecimento;

V_a : volume gasto de Sulfato Ferroso Amoniaacal na titulação da amostra.

Os teores de carbono orgânico total (COT), em g Kg^{-1} , foram calculados pela seguinte expressão:

$$COT = V M P_{eq} / p_{am} \quad (3)$$

e que

M: concentração do Sulfato Ferroso Amoniacal (mol L^{-1});

P_{eq} : Peso equivalente do Carbono, sendo 12: massa molar (g mol^{-1}); 3/2: relação de três moles de CO_2 produzidos para dois moles de $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ reduzidos; 1/6: relação molar entre um mol de Fe^{2+} oxidado para seis moles de $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ reduzidos na titulação; e

p_{am} : peso da amostra de solo (mg).

3.7. Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e à comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, tendo como fator da parcela as épocas de amostragem e das subparcelas, a profundidade e os tratamentos. Para tal, utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Carbono orgânico total

Observou-se que a aplicação de cama de frango fez com os teores de carbono orgânico do solo fossem diminuídos.

Pode-se observar pela Tabela 4, que a testemunha, sem a aplicação do material orgânico, e os tratamentos com as menores doses de cama de frango, se diferiu estatisticamente dos outros tratamentos, e, portanto, foram os que conservaram os teores de COT. Pode-se inferir que, como o solo em que foi executado o experimento é de baixa fertilidade natural, a atividade microbológica cresceu de modo bastante rápido, conseqüentemente reduzindo os teores de COT. A aplicação do resíduo orgânico foi feita em janeiro, e na primeira determinação em março, já se constatou o consumo da matéria orgânica aplicada e da presente no solo.

Tabela 4 – Carbono orgânico total (g Kg^{-1}) para um Latossolo Vermelho, em função dos tratamentos com cama de frango, profundidades e épocas de amostragem

Trat	Profundidade 0-20 cm				Profundidade 20-40 cm			
	Época 1		Época 2		Época 1		Época2	
	-----mm-----							
T0	10,43	Aaα	9,13	Aaα	7,20	Aaβ	8,58	Aaα
T1	9,35	Abαα	8,38	Aaα	6,60	Aaβ	6,68	Aaβ
T2	9,20	Abαα	7,80	Aaα	7,25	Aaβ	7,38	Aaα
T3	7,53	Bαα	8,35	Aaα	6,45	Aaα	7,13	Aaα
T4	8,10	Bαα	8,60	Aaα	8,15	Aaα	7,10	Aaβ
CV1 (%) = 3,57		CV2 = 5,12						

Trat = tratamentos; Época 1= período das chuvas (Março); Época 2 = período da seca (Agosto). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, minúscula normal na linha (comparando dentro da mesma profundidade, épocas diferentes), e minúscula grega na linha (comparando mesma época em profundidades diferentes) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O acréscimo de material orgânico ao solo, principalmente os de relação C/N baixa, como é o caso da cama de frango que foi utilizada, sofre a ação dos microorganismos decompositores do solo, que passam a decompor até a matéria orgânica de baixa qualidade, pré-existente no solo (ANDREOLA, 2000).

Os dados da Tabela 4 também mostram que, para a testemunha e para os tratamentos 1 e 2, os maiores teores de COT encontram-se na profundidade 1, ou seja, se concentram nos primeiros 20 cm do perfil do solo diminuindo com a profundidade. Uma vez que a adição de matéria orgânica ao solo ocorre tanto pela parte aérea das plantas como pelo crescimento e morte das raízes, é natural que os valores sejam maiores nas camadas mais superficiais (RESENDE et al., 2002; GIRELLI, 2004). Rodrigues et al. (2004) também encontraram resultados semelhantes em solo de cerrado e sob braquiária. Santos et al. (2004) obtiveram o mesmo resultado em sistema de plantio direto. Devido à concentração de fertilizantes em superfície, conseqüentemente há a concentração de raízes, permitindo maior acúmulo de carbono orgânico nesta camada.

Com o passar do tempo, ou seja, na segunda época (período seco), a atividade biológica e a efetivação da cama decomposta possibilitaram melhor desenvolvimento da braquiária, produzindo COT semelhante ao da testemunha.

Quanto à ausência de significância entre as doses utilizadas, inclusive da testemunha, para a profundidade de 20 a 40 cm, independentemente da época de determinação, pode ser derivada da concentração do crescimento radicular nos primeiros 20 cm.

Considerando que a presença da matéria orgânica no solo é primordial para a sustentabilidade do solo, principalmente os solos de cerrado, que possuem baixa CTC e fertilidade natural, deduz-se que o uso de determinadas culturas de cobertura, como por exemplo leguminosas (baixa relação C/N), poderá contribuir para a degradação física do solo, uma vez que o seu incremento poderá ativar exacerbadamente a atividade biológica, com prejuízos para a estabilidade da estrutura do solo.

Os resultados encontrados se diferem dos experimentos que são conduzidos na região sul do país, onde as condições climáticas e os tipos de solo são diferentes, os quais favorecem a manutenção de carbono orgânico no solo. relata o efeito de diferentes aportes de carbono pela fitomassa de plantas e o efeito dos preparos de solo na variação anual dos estoques de carbono retido na matéria orgânica de um Argissolo Vermelho na região subtropical da Depressão Central do Rio Grande do Sul (LOVATO et al., 2004). Inicialmente, verifica-se que a variação dos estoques de C orgânico no solo é diretamente relacionada ao aporte de C pelas culturas. Entretanto, a alta taxa de decomposição da matéria orgânica no solo em preparo convencional (5,3%) determinou maior efluxo de C solo-atmosfera do que o influxo atmosfera-solo via culturas, determinando taxas negativas

de variação dos estoques de C orgânico do solo. Por outro lado, a redução da taxa de decomposição da matéria orgânica no solo sob plantio direto (2,2%) determinou taxas positivas de variação nos estoques de C orgânico no solo em relação ao estoque inicial (32,55 Mg ha⁻¹), decorrente de que o influxo foi maior do que o efluxo de C no sistema solo-atmosfera.

Pressupõe-se que a adição de algumas vezes mais de material orgânico, no decorrer do ano, poderá estabilizar o sistema solo, possivelmente com menores valores de COT em relação à situação de solo natural, mas maiores do que os verificados após a primeira aplicação.

4.2. Diâmetro médio geométrico

Observa-se que para ambas profundidades e épocas de amostragem, houve um incremento do DMG com o aumento da dose de cama de frango aplicada (Tabela 5).

Tabela 5 - Diâmetro Médio Geométrico de agregados (mm) para um Latossolo Vermelho, em função dos tratamentos com cama de frango, profundidades e épocas de amostragem

Trat	Profundidade 0-20 cm				Profundidade 20-40 cm			
	Época 1		Época 2		Época 1		Época2	
	-----mm-----							
T0	1,72	Abα	2,17	Ba α	0,22	Bbα	2,32	Aa α
T1	1,25	Bbα	2,53	ABa α	0,27	Bbβ	2,36	Aa α
T2	2,12	Abα	2,63	Aa α	0,82	Abβ	2,48	Aa α
T3	1,83	Abα	2,60	Aa α	0,93	Abβ	2,49	Aa α
T4	1,89	Abα	2,67	Aa α	0,83	Abβ	2,67	Aa α
CV1 (%) = 3,57		CV2 = 5,12						

Trat = tratamentos; Época 1= período das chuvas (Março); Época 2 = período da seca (Agosto). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, minúscula normal na linha (comparando dentro da mesma profundidade, épocas diferentes), e minúscula grega na linha (comparando mesma época em profundidades diferentes) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse efeito foi superior na 2ª época de amostragem, em ambas profundidades, o que se deve à melhoria do ambiente para o desenvolvimento da gramínea, conseqüentemente do sistema radicular, que pela força mecânica (KIEHL, 1985) e também pelos exudatos radiculares (D' ANDRÉA et al., 2004) causam a agregação do solo. Essa agregação deve-se ao fato da maior concentração de raízes nos períodos secos (ANDREOLA, 1996), as quais são uns dos fatores responsáveis pela aproximação das partículas pela constante absorção e armazenamento de água no solo (RESENDE et al., 2002; D' ANDRÉA et al., 2004).

A aplicação de cama de frango propiciou também a multiplicação dos microorganismos, que por sua vez proporcionam pela liberação de excreções (importante agente cimentante), maior agregação às partículas; além do efeito das hifas dos fungos que estão associados com as raízes.

Embora alguns autores afirmem que as alterações dos atributos físicos pela adição de resíduos orgânicos ocorram lentamente, o DMG aumentou em resposta às crescentes doses de cama de frango adicionadas apenas uma vez ao Latossolo.

Segundo Reinert (1998) a adição de material orgânico com baixa relação C/N, é acompanhada de rápida decomposição microbiana e conseqüentemente rápida liberação de substâncias estabilizadoras (gomos, polissacarídeos,...), refletindo provavelmente em rápido efeito na estabilização dos agregados.

Os efeitos positivos da adubação na agregação do solo se devem principalmente às características iniciais deste solo. Estes efeitos em solos que apresentam uma boa estabilidade estrutural podem não ser evidenciados, como observaram Nuernenberg et al.

(1986) em um experimento com adubação orgânica (12 t ha⁻¹ de cama de poedeiras seguidas de adubação de manutenção com 2 t ha⁻¹ de cama de aviário) na estabilidade de agregados e porosidade de uma Terra Roxa Estruturada (Nitossolo Vermelho) sob rotação de culturas. Os autores atribuíram a ausência dos efeitos da adubação às boas características físicas do solo, devido ao alto teor de matéria orgânica estável e em decomposição, resultante da cobertura vegetal (capoeira) que antecedeu o experimento e sucessões após a capoeira e também às pequenas quantidades e tipo de esterco empregado assim como ao tempo decorrido após a aplicação do resíduo. Deve-se enfatizar o papel preponderante do clima, que pode interferir no acúmulo e decomposição do material orgânico e conseqüentemente na atuação deste nos atributos do solo.

Quanto ao efeito e efetividade da estabilização da agregação do solo variam com a textura do solo e o tipo de planta utilizado, e também que os efeitos não são duradouros, exceto se houver freqüente adição de material orgânico; quanto menor é a relação C/N do material adicionado menos efetivo é o seu efeito na recuperação da estabilidade.

Desta forma, a influência da aplicação de cama de frango, na agregação do solo, esteve diretamente relacionada à melhoria do ambiente para o desenvolvimento de plantas e microorganismos e estes tiveram função preponderante na agregação das partículas do solo.

5. CONCLUSÕES

A profundidade de 0 20 cm apresentou os maiores teores de carbono orgânico total.

A aplicação de cama de frango diminuiu os teores de carbono orgânico do solo, sendo a maior dose a que apresentou diminuição mais acentuada.

O DMG foi favorecido pela adubação com cama de frango, que aumentou conforme o aumento das doses de cama de frango.

Verificou-se na profundidade de 0 a 20 cm uma maior agregação do solo, na época 1. Já na época 2 observou-se uma tendência de estabilização para as duas profundidades, que não se diferiram.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLA, F. **Propriedades físicas e químicas do solo e produção de feijão e de milho em Terra Roxa Estruturada em resposta a cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e mineral.** 1996. 103f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 857-865, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGO. **Produção e exportação mundial de carnes de frangos principais países.** Disponível em: <[http://www.abef.com.br/ htm](http://www.abef.com.br/htm)>. Acesso em: 22 mar. 2005.

BANCO MUNDIAL. Sítio da degradação. 2004 Disponível em: <<http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/ardext.nsf/17ByDocName/KeyIssuesSoilDegradatio.html>>. Acesso em: 23 fev. 2005.

BARRACHO, J. A. de O. O licenciamento e controle ambiental da atividade de suinocultura. In: SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE MANEJO E UTILIZAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS, 1995, Ponte Nova. **Anais..**, Ponte Nova: EPAMIG / EMATER / UFV/ ASSUVAP, 1995. p. 45-54.

BURTON, C. H. **Manure management:** treatment and strategies for sustainable agriculture. West Park: Silsoe research Institute, 1997. 181p.

CANALLI, L. B.; ROLOFF, G. Influência do preparo e da correção do solo na condição hídrica de um latossolo vermelho-escuro sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21. p. 99–104, 1997.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 99-105, 1990.

CASTRO, O. M. de. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 41p. (Serie Técnica , 3)

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I.; FERNÁNDEZ, F. M. Efeitos de sistema de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, p.267-270, 1985.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.

CONCEIÇÃO, P. C.; BOENI, M.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Estabilidade estrutural de um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de cultivo In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD-ROM.

COSTA, M.B.B. **Adubação orgânica**: nova síntese e novo caminho para a agricultura. São Paulo: Ícone, 1999. 100 p.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SOUZA, F. S. de; PEREIRA, C. R. Latossolo vermelho distroférico típico em sistemas de manejo florestal. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD-ROM.

DECHEN S. C. F.; MARIA, I. C. de; CASTRO, O. M. de; VIEIRA, S. R. Manejo de solos tropicais no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD-ROM.

DESOUZART, O. A evolução do mapa mundi avícola. **Ave World**, Paulínia, n. 10, p. 24-32, jun./jul. 2004.

EDWARDS, A. P.; BREMNER, J. M. Microaggregates in soils. **The Journal of Soil Science**, Oxford, v. 18, p. 64-73, 1967.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

ESPANHOL, G.L.; ALBUQUERQUE, J.A.; MERTZ, L. M.; NUERNBERG, N. J.; NAVA, G.; MAFRA, A.L. Adubação com esterco de aves em macieira e atributos físicos do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, n. 29, 2003, Ribeirão Preto, SP. **Anais...**Ribeirão Preto, UNESP, 2003.

FEDERAL ENVIRONMENTAL AGENCY (Berlim). **Sustainable development in germany**. Progress and prospects. Berlim: E. Schmidt , 1998. 344 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar 4.3. 2003. Disponível em:
<www.dex.ufpa.br/danielff/sisvar.html>. Acesso em: 10 jan. 2004.

GIRELLI, D.; AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D. Distribuição de carbono em agregados de um Latossolos sob três usos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBSCS, 2004. 1 CD-ROM.

HAHNE, J.; BECK, J.; OESCHSNER, H. **Management of livestock manure in Germany a brief overview**. Ingénieries - EAT Cachan, Special Issue. p.11-22. 1996.

HAMBLIM, A. P. Soil water behaviour in response to changes in soil structure. **The Journal Soil Science**, Oxford, v. 33, p. 375-386, 1982.

HENRY, S. T.; WHITE, R. K. Composisting broiler litter from two management systems. **Transactions of the Asae**, St. Joseph, v. 36, n. 3, p. 873-877, 1993.

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

KONZEN, E. A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. In: SEMINÁRIO TÉCNICO DA CULTURA DO MILHO, 5., 2003, Videira. **Anais...** Videira: EMBRAPA, 2003. p. 16.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. Cultivo do milho: adubação orgânica. Sete Lagoas: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2002. (Comunicado técnico, 54).

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZANNI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 175-187, 2004.

MALONE, G. W. Nutrient enrichment in integrated broiler production systems. **Poultry Science**, Champaign, v. 17, p. 1117-1122, 1992.

MARRIEL, I. V.; KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C.; SANDROS, H. L. Tratamento e utilização de resíduos orgânicos. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 13, n. 147, p. 24-36, mar. 1987.

MARTIN, J. P.; MARTIN, W. P.; PAGE, J. B.; RANEY, W. A.; MENT, J. D. Soil aggregation. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 7, p. 1-37, 1955.

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

MELLO, N. A de.; SALTON, J. C.; ZANATTA, J. A.; MATSUOKA, M.; CARVALHO, P. C. F. Estoque de carbono orgânico em um Argissolo sob pastagem natural com diferentes ofertas de forragem In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD-ROM.

MENEZES, J. F. S.; ALVARENGA, R. C.; SILVA, G. P.; KONZEN, E. A.; PIMENTA, F. F. Cama de frango na agricultura: perspectivas e viabilidade técnica econômica. Rio Verde: Fundação de Ensino Superior de Rio Verde, 2004. (Boletim técnico, 3).

MERTEN, G. H.; MIELNICZUK, J. Distribuição do sistema radicular e dos nutrientes em Latossolos Roxo sob dois sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p. 369-374. 1992.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F. F.; DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 3, p. 209-248, jul. 2003.

MUBARAK, A. R.; ROSENANI, A. B.; ANUAR, A. R.; ZAUYYAH, D. S. Effect of incorporation of crop residues on a maize-groundnut sequence in the humid tropics. II. Soil physical and chemical properties. **Journal of Plant Nutrition**, v. 26, n. 12, 2343-2364, 2003.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, p. 95-102, 1983.

NUERNBERG, N. J.; STAMMEL, J. G.; CAMANUREA, M. S. V. Efeito de sucessão de culturas e tipos de adubação em características físicas de um solo da encosta basáltica Sul-Rio-Grandense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, p.185-190, 1986.

OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia, EMBRAPA/CNPAS, 1993. (Documentos, 27)

PEDROSO, M. T.; AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L.; LEMAINSKI, C.; SCHENATO, R.; MEDEIROS, P de; BILIBIO, R. Níveis de agregação em diferentes zonas de manejo do solo e sua influência na produtividade. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1CD-ROM.

PINEDA, N. R.; TONHATI, H. **Agribusiness, strategic alliances and marketing to improve competitiveness**. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 4., 2001. Maracaibo. **Proceedings...** Maracaibo: [s. n.], 2001. p. 87.

PINEDA, N. R. **Influência do zebu na produção de carne no Brasil**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO GENÉTICO, 3., 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: [s. n.], 2000. p. 130.

REINERT, D. J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris. **Recuperação de áreas degradadas**, Viçosa: UFV, Departamento de Solos, 1998. 251 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 338 p.

RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Comportamento de agregados, velocidade de infiltração e temperatura em áreas degradadas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. CD-ROM.

ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O. A. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 86 p.

ROSOLEM, C. A. Preparo do solo e sistema radicular do trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 11-120, 1992.

SALCEDO, I. H.; CAMPOS, M. C. C.; FRAGA, V. da S.; SILVA, I. F. da; LIMA, A. G. de. Distribuição e estabilidade de agregados em solos com distintas intensidades de uso na região semi-árida do NE do Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD-ROM.

SANTOS, A. F. Bem vindas à fartura. **Safra**, Goiânia, n. 38, p. 37-40, jan. 2003.

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

SANTOS, D. C.; FONTES, M. P. F.; MENDONÇA, E. S.; SOUZA, C. M de. Quantificação de carbono orgânico total do solo e de substâncias húmicas em diferentes formas de preparo do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1CD-ROM.

SCHMIDT, F.; SOUSA, R.O de, CARDOSO, E.F. Concentração de nutrientes na solução de um Planossolo alagado, sob diferentes doses de resíduos de azevém. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 15., 2004. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD-ROM.

SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja em Latossolo Roxo distrófico (OXISOL) **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v..7, p. 103-106, 1983.

SMITH, S. C. Mineral levels of broiler house litter and forages and soils fertilized with litter. **Animal. Science Research Report**, Stillwater, v. 2, n. 5, p.133 – 152, 1933. Artigo disponível na base de dados CAB Abstracts.

TIBAU, A. O. **Material orgânico e fertilidade do solo**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1983.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass. **Australian Journal of Soil Research**, Vitoria, v. 17, p. 429-441, 1984.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 33, p. 141-163, 1982.

TRANNIN, I. C. B.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; ARTUR, A. G. Alterações nos atributos químicos e físicos de um solo tratado com biossólido industrial e cultivado com milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD-ROM.

VIEIRA, M. J.; MUZZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 7, p. 873-882. 1984.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. DESA-UFMG.1996. Disponível em: <<http://www.etg.ufmg.br/tim1/eutrofiz.doc>>. Acesso em: 15 mai. 2005.

WARREN, S. L.; FONTENO, W. C. Changes in physical and properties of a loamy sand soil when amended with composted poultry litter. **Journal of Environment Horticulture**, Washington, v. 1, n. 4, p. 186-190, 1993.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 19, p. 1467-1476, 1988.

YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. **Journal of the American Society of Agronomy**, Washington, v. 28, p. 337-351, 1936.

ZANATTA, J.A.; ÁVILAS, E da R.; BAYER, C. MIELNICZUK, J. Carbono orgânico total e dissolvido afetados por sistemas de preparo e de cultura do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD-ROM.

APÊNDICE

Tabela 1A – Análise de variância para diâmetro médio geométrico (DMG), e carbono orgânico total (COT) em função dos tratamentos com cama de frango e diferentes épocas de amostragem e profundidades

QUADRADO MÉDIO			
CV	GL	DMG	COT
ÉPOCA	1	34,0344*	0,0026
BLOCO	3	0,0289	0,0011
erro 1	3	0,0043	0,0025
TRAT	4	0,7466*	0,0465*
PROF	1	7,2722*	0,4118*
TRAT*PROF	4	0,0364*	0,0148*
TRAT*ÉPOCA	4	0,2176*	0,0118*
PROF*ÉPOCA	1	5,9296*	0,0252*
TRAT*PROF*ÉPOCA	4	0,1216*	0,0262*
erro 2	54	0,0089	0,0022
Média		1,8390	0,7968
CV 1 (%)		3,57	6,29
CV 2 (%)		5,12	5,85

CV = coeficiente de variação; TRAT = tratamento; PROF = profundidade; CV 1 = coeficiente de variação do erro 1; CV 2 = coeficiente de variação do erro 2; GL = grau de liberdade do resíduo; * = significativo a 5% de probabilidade.

