

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**UTILIZAÇÃO DE ESTERCO BOVINO COMO ADUBAÇÃO
ORGÂNICA**

Autora: Camila Chemim Marcioretto
Orientador: Prof. Me. Edson Sadayuki Eguchi

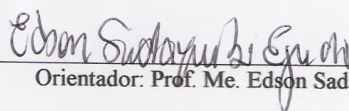
"Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA".

**PONTES E LACERDA
DEZEMBRO/2011**

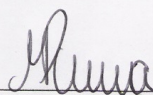
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**UTILIZAÇÃO DE ESTERCO BOVINO COMO ADUBAÇÃO
ORGÂNICA**

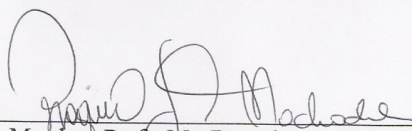
Autora: Camila Chemim Marcioretto



Orientador: Prof. Me. Edson Sadayuki Eguchi



Membro: Profa. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangelli



Membro: Profa. Ma. Raquel Joana Trautmann Machado

PONTES E LACERDA
DEZEMBRO/2011

Aos meus pais, pela educação, companheirismo e incentivo;

Ao meu esposo Bruno e meu filho Angelo, pela paciência;

Aos pais do meu esposo, por todo companheirismo e ajuda;

A minha secretaria Eva, por cuidar do meu filho;

Aos meus irmãos e demais familiares;

Dedico-lhes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, muito obrigada, por todas as oportunidades.

Ao meu anjo guardião, por me proteger e iluminar meus dias.

Aos meus amigos espirituais, por estarem sempre por perto me ajudando.

A Universidade do Estado de Mato Grosso, pela minha formação acadêmica.

Ao Professor, Me. Edson Sadayuki Eguchi, por sua participação na minha formação acadêmica, orientação e auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Departamento e aos professores do curso de Zootecnia, pelos ensinamentos e auxílios prestados durante o curso.

A todos os meus colegas que me acompanharam, ajudaram e auxiliaram na minha formação acadêmica.

A minha turma, a qual eu não pude concluir a graduação, mas, que sempre me instigaram a lutar.

As amigas e aos amigos, Renata Crecenço, Rosimar Coelho, Fernanda, Adriana, Aryanne, Renato Tonhá e Fernando Luiz, por todas as ajudas a mim prestadas, bem como, pelos consolos fornecidos e pelo incentivo de perseverar sempre.

“Cultivar a terra e criar animais são as mais nobres atividades praticadas pelo homem. Produzir alimentos vegetais é a arte de colher o sol. Produzir proteína animal é a arte de transformação desta magia. Imagine, então, quão nobre é o homem que cultiva a terra, cria os animais e ainda respeita e protege seus semelhantes e o ambiente!”

(Anônimo)

RESUMO

Na atividade agrícola e pecuária são geradas enormes quantidades de resíduos, entre eles, dejetos de animais, restos de culturas, palhas e resíduos agroindustriais, os quais, em alguns casos, provocam sérios problemas de poluição ambiental. No entanto, quando manipulados adequadamente, podem suprir, com vantagens, a demanda de fertilizantes químicos, sem afetar os recursos do solo e do ambiente. Baseado na relevância da necessidade de se caracterizar o uso e eficiência dos resíduos orgânicos, o objeto deste trabalho foi buscar em referências bibliográficas, a importância da utilização correta do esterco bovino como adubação orgânica no solo. Atualmente, uma consciência ecológica global vem suscitando a busca de alternativas de produção agrícola e agroindustrial que garantam a segurança alimentar, com a preservação dos recursos naturais. Portanto, tornam-se necessárias tecnologias que reduzam o impacto ambiental das atividades agrícolas e que possibilitem a gestão ambiental das unidades de produção. Neste sentido, o esterco bovino vem se destacando como insumo natural, de baixo custo, com sistema simples de produção e de utilização acessíveis às condições técnica e econômica dos pequenos produtores, tendo menor impacto sobre o meio ambiente. O esterco bovino promove benefícios na melhoria da fertilidade e conservação do solo e maior aproveitamento dos recursos existentes no mesmo bem como proporciona um acúmulo de nitrogênio orgânico no solo, aumentando seu potencial de mineralização e sua disponibilidade para as plantas. Portanto, quando os resíduos orgânicos são aplicados no solo de forma adequada, os mesmos podem se tornar boa alternativa para melhorar suas condições químicas, físicas e até biológicas, com respostas positivas no desenvolvimento de diversas espécies vegetais.

Palavras-chave: fertilidade, matéria orgânica, nutrientes, produtividade

ABSTRACT

In farming and ranching are generated huge amounts of waste, including, animal waste, crop residues, straw and agro-industrial residues, which in some cases, cause serious environmental pollution problems. However, when handled properly, can supply, with advantages, the demand for organic fertilizers, without affecting soil resources and the environment. Based on the relevance of the need to characterize the use and efficiency of organic waste, the object of this work was to seek references on the importance of proper use of manure as fertilizer in the soil. Currently, a global environmental awareness has raised the search for alternative agricultural production and agro-industry to ensure food security, the preservation of natural resources. Therefore, become necessary technologies that reduce the environmental impact of agricultural activities and permit the environmental management of production units. In this sense, the manure has been highlighted as an input natural, low cost, simple system of production and use of available technical and economic conditions of small farmers having less impact on the environment. The manure promotes the benefits of improving soil fertility and soil conservation and better use of existing resources in the same well as providing an accumulation of organic nitrogen in the soil, increasing its potential mineralization and its availability to plants. Therefore, when organic wastes are applied to the soil properly, they can become a good alternative to improve their chemical, physical and even biological, with positive responses in the development of several plant species.

Keywords: fertility, organic matter, nutrients, productivity

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais resíduos orgânicos de origem industrial, urbana e agrícola com potencial de utilização no solo	13
Tabela 2: Impactos ambientais da utilização do esterco bovino em áreas agrícolas	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistemas de separação de sólidos: (A) Peneira giratória; (B) Decantador celular; (C) Prensa mecânica. Fonte: Konzen e Alvarenga, 2005.	23
Figura 2: Tanque de armazenamento para esterco líquido. Fonte: RECICLAGEM de dejetos de animais é exemplo em fazendas dos EUA, 2010.....	24
Figura 3: Equipamentos mecanizados e aspersão para distribuição de esterco líquido e misto. Fonte: Konzen e Alvarenga, 2005.	25
Figura 4: Lagoa de armazenamento de esterco bovino. Fonte: Konzen e Alvarenga, 2005.	26
Figura 5: Compostagem de esterco bovino. Fonte: Soares Filho (2011).	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 DESENVOLVIMENTO DA BOVINOCULTURA NO BRASIL	11
2.2 RESÍDUOS NA CADEIA PRODUTIVA ANIMAL	12
2.3 VIABILIDADE DO USO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA AGRICULTURA	15
2.4 CARACTERÍSTICAS DO SOLO.....	17
2.4.1 Adubação orgânica.....	19
2.4.1.1 Esterco bovino	22
2.5 ASPECTOS REFERENTES AOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS.....	28
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A produção de carne bovina no Brasil teve grande crescimento nas últimas décadas (SILVA NETO, 2009). Em 2010 foram abatidas 29,265 milhões de cabeças de bovinos, representando aumento de 4,3% em relação ao ano anterior. No acumulado do ano, o Centro-Oeste respondeu por 34,7% do abate de bovinos, e deste total, 14,0% representado pelo Mato Grosso, o qual continua sendo o estado líder no abate de bovinos (BRASIL, 2011).

No Brasil o sistema de criação de bovinos é essencialmente extensivo. O aumento da demanda de carne pelo mercado consumidor em quantidade e qualidade obrigou a uma melhora na forma de produção, adotando meios mais intensivos, nos quais os animais são criados por meios de lotação a pasto e confinamento (MORALES, 2006). Todavia, essa organização da cadeia produtiva produz quantidades consideráveis de resíduos com alta carga orgânica, as quais podem gerar impactos ambientais negativos. Porém, esses resíduos possuem um alto potencial “fertilizante”, além de, ainda melhorar consideravelmente as propriedades físicas e químicas do solo, fornecendo assim, parte dos nutrientes às plantas (SILVA NETO, 2009).

Atualmente, uma consciência ecológica global vem suscitando a busca de alternativas de produção agrícola e agroindustrial que garantam a segurança alimentar, com a preservação dos recursos naturais. Portanto, tornam-se necessárias tecnologias que reduzam o impacto ambiental das atividades agrícolas e que possibilitem a gestão ambiental das unidades de produção. Neste sentido, o esterco bovino vem se destacando como insumo natural, de baixo custo, com sistema simples de produção e de utilização acessíveis às condições técnica e econômica dos pequenos produtores, tendo menor impacto sobre o meio ambiente (SANTOS, 2008).

O esterco bovino promove benefícios na melhoria da fertilidade e conservação do solo e maior aproveitamento dos recursos existentes no mesmo (GALVÃO et al., 1999), bem como proporciona um acúmulo de nitrogênio orgânico no solo, aumentando seu potencial de mineralização e sua disponibilidade para as plantas, quando utilizado por vários anos consecutivos (SCHERER, 1998).

Diversos estudos com resíduos orgânicos têm mostrado que, quando aplicados no solo de forma adequada, os mesmos podem se tornar boa alternativa para melhorar suas condições químicas, físicas e até biológicas, com respostas positivas no desenvolvimento de diversas

espécies vegetais (KONZEN e ALVARENGA, 2005; MENEZES et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2004).

Devido ao elevado custo dos fertilizantes químicos, os pecuaristas não realizam a adubação de suas pastagens conforme a recomendação ou em alguns casos, essa prática, nem chega a ser efetuada com eficiência. Uma alternativa de adubação é a utilização de resíduos orgânicos, tais como, esterco de bovinos, suínos, ovinos, caprinos, cama de frango, entre outros (MENEZES et al., 2009). Estes resíduos estão disponíveis em grandes quantidades dentro de suas próprias propriedades ou em locais da região onde se localizam grandes complexos agroindustriais com sistemas integrados ou mesmo de confinamentos, que além de serem economicamente viáveis ao pecuarista podem substituir parcial ou totalmente a adubação mineral convencional (TRAUTMANN-MACHADO, 2010).

Baseado na relevância da necessidade de se caracterizar o uso e eficiência dos resíduos orgânicos, o objeto deste trabalho foi buscar em referências bibliográficas, a importância da utilização do esterco bovino como adubação orgânica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DESENVOLVIMENTO DA BOVINOCULTURA NO BRASIL

No Brasil, a produção de bovinos na maior parte ainda é extensiva. Desta forma a criação é mais impactante sobre a questão de área desmatada para implantação de forrageiras cultivadas (TRIGUEIRO, 2005). Já a pecuária intensiva é marcada pelos sistemas de confinamento, merecendo atenção especial pelo volume de dejetos produzidos, principalmente na produção de leite, causadores de maiores impactos no que se refere à contaminação ambiental (KUNZ e ENCARNAÇÃO, 2007).

No que se refere à produção de alimentos de origem animal, observa-se que as formas empregadas para atendimento das demandas têm levado o aumento nas densidades populacionais das unidades produtoras e à regionalização dessas atividades (LUCAS JÚNIOR, 1994). Assim, há maior geração de resíduos de origem animal, o que eleva o potencial poluidor, concentrados em determinadas regiões (MORALES, 2006).

Segundo Cesar (1999), a produção de carne veio crescendo à medida que as cidades foram tomando corpo e o país tinha que buscar alimentos de origem protéica para a população. O abate era restrito ao consumo local, com o advento do transporte e a industrialização da carne começaram a ganhar moldes modernos no início da década de 30.

A estimativa para o novo milênio é de crescimento dos negócios com carne bovina, impondo mudanças na produção, na pesquisa, nas ações de política, de marketing e, principalmente de comportamento do consumidor, tanto interno como externo, cada vez mais exigente pela ação de ambientalistas e de órgãos da vigilância sanitária (MORALES, 2006).

Com o crescimento da indústria da carne bovina, chegaram ao país novos métodos de industrialização, bem como, novas regras de controle de qualidade e fiscalização sanitária, tornando o Brasil, um grande exportador, principalmente de carne industrializada (BUAINAIN e BATALHA, 2007).

O Brasil detém o maior rebanho comercial bovino do mundo (ANUALPEC, 2010). Em 2010 foram abatidas 29,265 milhões de cabeças de bovinos (BRASIL, 2011). Estes resultados indicam que os índices de produção e produtividade estão se elevando gradualmente, assim como as taxas de abate.

O crescimento vertiginoso das exportações de carne levou o Brasil a competir com mercados de outros países, principalmente, a Austrália, Argentina e os Estados Unidos. As relações internacionais se tornam cada vez mais competitivas à medida que melhoramos nossos produtos e alcançamos mercados expressivos como o Oriente Médio e a Ásia. Para isso, grandes obstáculos devem ser transpostos, tais como barreiras sanitárias, melhoria da malha viária, organização industrial, entre outros (BARBOSA et al., 2005).

2.2 RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CADEIA PRODUTIVA ANIMAL

Todas as atividades humanas têm sempre como consequência a geração de resíduos (urbanos, agrícolas e industriais) que irão promover modificações no meio que os cercam (SILVA NETO, 2009). O crescimento populacional e o crescimento econômico mundial refletem nessas atividades, aumentando assim, a produção de resíduos e a consequente poluição ambiental (ABREU JÚNIOR et al., 2005).

No momento do processo de tratamento dos resíduos urbanos, agrícolas e industriais são produzidas frações de resíduos inorgânicos e orgânicos. Os resíduos orgânicos recebem essa denominação em função das elevadas quantidades de carbono, hidrogênio e oxigênio (SILVA, 2008a). Estes são produzidos em diferentes atividades e podem ser classificados como sendo de origem animal, vegetal, agroindustrial e industrial. Suas características físico-químicas são inerentes à composição das matérias-primas, das águas de abastecimento e do processo industrial.

Os principais resíduos orgânicos derivados da atividade humana encontram-se nas formas sólida, pastosa ou líquida, como por exemplo, vinhaça, resíduo de curtume, esterco ou estrume, efluentes, lodos, composto de lixo urbano, tortas etc. O acúmulo e as práticas inadequadas de descarte desses resíduos podem causar problemas sérios de poluição ambiental (SILVA NETO, 2009). Contudo, esse mesmo autor relata que, se o descarte não for mediante análise técnica criteriosa de suas características e avaliação do potencial de uso agrícola com ou sem pré-tratamento, surge como possibilidade o reaproveitamento desse material, o qual pode melhorar as condições do solo e aumentar o nível de fertilidade do mesmo.

O alto preço de fertilizantes industriais contribui com a busca por fontes alternativas de adubos, favorecendo o mercado de origem orgânico. A oferta de matérias-primas para

produção de adubos orgânicos é alta e diversificada, o que pode aumentar a eficácia de sua utilização, através dos compostos orgânicos, uma vez que, as características químicas e físicas de um determinado resíduo limitam seu uso de forma isolada (FIGUEIREDO e TANAMATI, 2010).

Os principais resíduos orgânicos oriundos das atividades industriais, urbanas e agropecuárias com potencial do uso agrônomo, apresentados pela literatura estão na Tabela 1.

Tabela 1: Principais resíduos orgânicos de origem industrial, urbana e agrícola com potencial de utilização no solo

Resíduo	Características para a potencial utilização no solo
	Resíduos industriais
Vinhaça	Teor elevado de K^+ e de matéria orgânica; efeito fertilizante e corretivo de solos alcalinos; condicionador do solo.
Lodo de Curtume	Apresenta, aproximadamente, 7% de N-orgânico, com potencial de mineralização estimado em 10 a 15% ano ⁻¹ ; corretivo com poder de neutralização elevado.
Lodo de ETE ¹ de Pólos Petroquímicos	Teor elevado de matéria orgânica; contém macro, micronutrientes e metais, aumenta o rendimento dos cultivos; condicionador do solo.
Resíduos urbanos	
Lodo de ETE	Aumento do teor de matéria orgânica do solo; fonte de N e P e principalmente de micronutrientes; condiciona do solo.
Composto urbano	Fonte de macro e micronutrientes para as plantas; efeito corretivo; condicionador do solo; ação tamponante e elevada capacidade de troca de cátions.
Resíduos agrícolas	
Estercos e estrumes	Disponibilização de nutrientes, principalmente os macronutrientes; aumenta o rendimento dos cultivos.
Farinhas e resíduos frigoríficos	Fonte de N, P e Ca^{2+} e materiais orgânicos de baixa relação C/N; indicado para inoculação de leiras de compostagem.
Tortas vegetais	Apresentam teores elevados de proteína digestível, com grande potencial de mineralização de N; condicionador de solo.

¹ ETE: estação de tratamento de esgoto. Fonte: Adaptado de Silva Neto (2009).

De acordo com Fontenot et al. (1983), vacas leiteiras produzem 50 kg de dejetos por dia, contendo 14% de matéria seca, 18% de cinzas, 26% de fibra bruta e 15,6% de proteína bruta. Larsen et al. (1988) afirmam que a quantidade de fezes eliminadas por dia varia de 0,5 a 0,75% do peso do animal, em base seca, equivalendo a 27-40 kg de resíduo produzido diariamente por um animal de 450 kg.

Canellas et al. (2003) afirmam que a adição de cerca de 120 m³ ha por 35 anos de vinhaça em Cambissolo, aumentou o teor de carbono, bem como, alterou as propriedades químicas do solo, proporcionando melhoria na sua fertilidade.

Konrad e Castilhos (2002) em estudo nas alterações químicas de Planossolo e Ferreira et al. (2003) trabalhando em Argissolo Vermelho distrófico típico, constataram que a adição de lodo de curtume reduziu a acidez do solo e aumentou o teor de cálcio trocável. Já, Selbach et al. (1991), verificaram aumentos no teor N total no solo, com adição de resíduos de curtume.

Utilizando composto de lixo urbano como adubação orgânica sobre cana-de-açúcar, em Latossolo Amarelo distrófico, Oliveira et al. (2002) verificaram que aplicações anuais e sucessivas de doses superiores a 20 Mg ha⁻¹, aumentaram os teores de carbono orgânico, a condutividade elétrica e os valores de pH e CTC a pH atual do solo.

Caetano e Carvalho (2006) avaliando o feito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo, constataram que os teores de fósforo e potássio no solo aumentaram e que o teor de alumínio foi reduzido significativamente com a adubação com esterco.

Gomes et al. (2008) em estudo sobre a comparação química do composto orgânico de esterco bovino e leguminosas: leucena (*Leucaena leucocephalla* (Lam) de Wit) e sombreiro (*Clitoria farriniana* Howard), verificaram que o percentual de matéria orgânica (MO) variou expressivamente; O tratamento T6, 100 kg de esterco (testemunha), apresentou a maior média, seguida do T4 (75 kg de esterco bovino e 25 kg de sombreiro), e T2, (50 kg de esterco bovino+ 50 kg de leucena), T3 (25 kg de esterco bovino e 25 kg de leucena) que não diferiram entre si; o T1 (75 kg de esterco bovino e 25kg de leucena) e o T5 (50 kg de esterco bovino+ 50 kg de sombreiro) diferiram entre si e apresentaram valores decrescente de matéria orgânica em relação a testemunha.

A adubação orgânica com esterco bovino é uma prática milenar, tendo perdido prestígio com a introdução da adubação mineral, em meados do século XIX, e retomado a importância, nas últimas décadas, com a preocupação com o ambiente, com a alimentação saudável e com a necessidade de dar um destino apropriado às grandes quantidades produzidas (HOLANDA, 1990).

A utilização de esterco, materiais orgânicos de origem animal, é alternativa amplamente utilizada para o suprimento de nutrientes, principalmente N e P (MENEZES e SALCEDO, 2007). Todavia, a composição desse material é muito variável, sendo

influenciada principalmente, pela espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material utilizado como cama e o tratamento dado à matéria-prima (esterco) (TEDESCO et al., 2008).

A matéria orgânica dos esterco é decomposta e liberada no período de um a dois anos e outra fração é transformada em húmus, que é mais estável. Mediante a isso, os elementos são liberados lentamente, fazendo com que os componentes do esterco, convertidos em húmus, exerçam influência nos solos de maneira persistente e duradoura (COSTA, 2010). Segundo Silva (2008b) o húmus quando incorporado ao solo provoca uma ação condicionadora benéfica, pois além de proporcionar condições favoráveis ao melhor desenvolvimento das culturas agrícolas, é um estimulante natural de crescimento, apresentando uma maior absorção dos micronutrientes, bem como, maior desenvolvimento radicular, e com isso, maior vigor das plantas cultivadas.

2.3 VIABILIDADE DO USO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA AGRICULTURA

O crescimento populacional e o cenário industrial têm aumentado a produção de resíduos sólidos e líquidos, demandando desenvolvimento de tecnologias e estudos que utilizem e transformem estes materiais a fim de reduzir a agressão ao meio-ambiente. A utilização de resíduos na atividade agrícola é interessante do ponto de vista econômico por proporcionar aumento de produtividade das plantas e reduzir o custo com fertilizantes químicos, além da deposição segura destes materiais no ambiente (FIGUEIREDO e TANAMATI, 2010). De acordo com esses autores a oferta de matérias-primas para produção de adubos orgânicos é alta e diversificada, o que pode aumentar a eficácia de sua utilização, através dos compostos orgânicos, desde que haja um comprometimento técnico-científico no processo de produção e aplicação

Para implementar a agricultura orgânica e a produção de alimentos isentos de agrotóxico deve-se utilizar resíduos orgânicos como agentes de melhoria físico-químico-biológico dos solos (TAGLIARI, 2000; OESTERROHT, 2000). Nesse sentido, os fundamentos que preconizam o sistema de produção orgânica têm como alvo principal a permanente incorporação de matéria orgânica aos solos cultivados (COSTA e CAMPANHOLA, 1997).

A matéria orgânica exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades do solo, contribuindo substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas e influenciando as propriedades físicas (densidade aparente, estruturação, aeração e drenagem), químicas (fonte de nutrientes para plantas, microflora e fauna, poder tampão), físico-químicas (adsorção de nutrientes, capacidade de troca catiônica) e biológicas (fonte de energia para os microrganismos) do solo (KIEHL, 1985; SIMONETE, 2003; ABREU JUNIOR et al., 2005) e de acordo com Oliveira et al. (2004) promove a redução da toxidez por pesticidas e de outras substâncias tóxicas.

Pires e Mattiazzo (2008) relatam que a partir da caracterização do resíduo e do processo gerador deste, é possível realizar a avaliação inicial da viabilidade de utilização do resíduo na agricultura. Segundo esses autores na primeira etapa, a tomada de decisão baseia-se em dois pontos principais: se o resíduo apresenta nutriente ou condicionadores do solo em sua composição e se os teores de contaminantes no resíduo estão dentro dos limites adequados. Se o resíduo atender a essas condições, serão realizados os testes de eficiência agronômica. Caso os resultados desses sejam satisfatórios, será possível determinar se tecnicamente o uso agrícola do resíduo é uma opção viável.

Depois de caracterizados, os materiais orgânicos podem ser utilizados no campo, como complemento à adubação mineral e como substrato para produção de mudas em que nesse caso, é possível a substituição total ou parcial do solo ou de substratos comerciais pelo uso de combinações de resíduos ou de compostos produzidos a partir da combinação desses materiais (SILVA et al., 2007).

Outro fator a ser levado em consideração em relação ao uso de resíduos orgânicos são os processos de degradação do solo. Alguns destes processos estão estreitamente ligados à agricultura, tais como, a erosão pela água, ventos e a mobilização dos solos; compactação; perda de carbono orgânico e de biodiversidade dos solos; salinização e sodificação; e, contaminação dos solos por metais pesados, pesticidas, nitratos e fosfatos (SOCO, 2009a). A redução do teor de matéria orgânica do solo pode limitar a capacidade deste de fornecer nutrientes para uma produção vegetal sustentável, baixando os rendimentos e afetando a segurança do abastecimento alimentar, proporcionando menos alimentos para os organismos vivos presentes no solo, reduzindo assim a biodiversidade deste. A perda de matéria orgânica do solo reduz a capacidade de infiltração da água, aumentando a erosão. Esta, por seu turno, reduz o teor de matéria orgânica, uma vez que elimina as camadas superficiais férteis (SOCO, 2009b). Em condições de semi-árido, este processo pode conduzir à desertificação, a qual conduz a alterações climáticas, ecológicas e geomorfológicas, que diminuem as

produtividades biológicas do solo, tornando-o inaproveitável para a agricultura (BRITO et al, 2011).

Outra questão envolvendo a viabilidade no uso dos resíduos orgânicos é a concentração de pólos produtores distantes de áreas altamente agrícolas o que inviabiliza a sua utilização demandada pelo alto custo dos transportes. Pires e Mattiazzo (2008) afirmam que não adianta optar pelo uso agrícola se não existe demanda na região pelo resíduo, ou mesmo, se os agricultores apresentam restrições ao uso. No caso da região que demanda o produto não ser próxima à fonte geradora, deve-se avaliar se é viável transportar o resíduo, uma vez que geralmente o transporte é a principal limitação econômica. Assim, várias alternativas de disposição devem ser avaliadas e comparadas, optando-se por aquela que traga benefícios ambientais, mas que seja economicamente viável.

2.4 CARACTERÍSTICAS DO SOLO

A crescente população, a demanda de alimentos e matérias primas industriais e sua aglomeração nas cidades forçou o desenvolvimento da agricultura, que deixando de ser uma atividade extrativista, passou a ser considerada uma indústria, operando em um ambiente ecológico criado pelos agricultores (SIQUEIRA e FRANCO, 1988). De acordo, com esses mesmos autores, a base da sustentação dessa indústria é o solo, que representa, juntamente com a água, o principal recurso natural para a existência humana.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999) o solo é uma camada superficial da crosta terrestre, onde se nutrem as plantas, sendo um recurso básico que suporta toda a cobertura vegetal, o qual contém uma grande fonte de energia, onde geração após geração, homens, plantas e animais atuam sobre ele na terra.

De acordo, com Siqueira e Franco (1988) o solo é uma massa prolífica e cheia de vida, onde um sistema dinâmico atua nos fatores químico, físico e biológico, interagindo continuamente no habitat microbiano.

Segundo Malavolta (1989) o solo é composto por quatro partes, ar, água, matéria orgânica e os minerais, no qual, o ar é indispensável às raízes, pela necessidade de respirar, a água para umedecer a matéria orgânica que se encontra ligada com os minerais, os quais permanecem à disposição das raízes das plantas.

Para Resende et al. (2002) é importante conhecer sempre a respeito do solo, uma vez que ele ocupa uma posição peculiar ligada às várias esferas que afetam a vida humana, além disso, é o substrato principal da produção de alimentos.

Um dos principais fatores que compromete a capacidade de manutenção dos sistemas agrícolas a longo prazo é a falta de preocupação com relação ao uso e manejo adequado do solo. Nas grandes extensões de áreas agricultáveis no Brasil, ocorrem sérios problemas de degradação do solo, muitas vezes, resultantes da falta de informação sobre as potencialidades e limitações de uso e um bom manejo desse recurso (CORREIA et al., 2004). Esse quadro é reflexo da falta de preocupação agrícola-ambiental adequada ao uso do solo, capazes de garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção à longo prazo.

A degradação do solo agrícola é um dos mais sérios problemas ambientais no mundo contemporâneo, comprometendo seriamente a agricultura e o ambiente natural (BELOTTI, 2005). O negligenciamento desses aspectos tem elevado o custo ambiental e econômico da produção agrícola, evidenciando a necessidade de revisão das práticas de manejo prevalecentes e adoção de práticas que melhorem o manejo do solo permitindo a sua utilização sustentável (LAL, 2000).

No solo há interação entre a matéria orgânica e os minerais formando complexos organominerais, resultando em partículas secundárias de diversos tamanhos e formas, desde microagregados até macroagregados (TISDALL e OADES, 1982). As plantas, pela ação do seu sistema radicular (SILVA e MIELNICZUK, 1997), e as hifas de fungos (MILLER e JASTROW, 1990) potencializam estas interações na formação de agregados estáveis, principalmente pela aproximação de partículas e união física de agregados de diferentes tamanhos. As interações com os minerais e a formação de agregados diminuem a ação dos microrganismos decompositores, contribuindo para o acúmulo de resíduos orgânicos no solo.

Os resíduos orgânicos fornecem ao solo, através da matéria orgânica, um maior poder de retenção de água, fazendo com que haja uma melhor estruturação, permitindo a maior formação e penetração das raízes nesse solo, e com isso, melhorando o desenvolvimento das plantas (SILVA, 2008b).

O efeito da matéria orgânica sobre a produtividade pode ser direto, através do fornecimento de nutrientes, ou indireto, através da modificação das propriedades físicas do solo que, por sua vez, melhoram o ambiente radicular e estimulam o desenvolvimento das plantas (SOBRINHO et al., 2009).

A atividade biológica no solo, que é dominada por microrganismos decompositores, o transforma em um grande incinerador biológico, uma máquina decompositora operada pelos

microrganismos que nele proliferam e que, por meio de suas atividades diversas, controlam o fluxo e ciclagem de carbono, de energia e dos elementos nutrientes essenciais para a vida da planta (SIQUEIRA e FRANCO, 1988).

A matéria orgânica do solo é um componente importante do ciclo terrestre do carbono e está intimamente relacionado com o funcionamento normal deste na natureza. Desta forma, manter ou incrementar o estoque de matéria orgânica do solo são requisitos fundamentais para garantir a qualidade do solo e a sustentabilidade do sistema agrícola (DIEKOW, 2003).

2.4.1 Adubação orgânica

A adubação orgânica compreende o uso de resíduo animal, vegetal, agroindustrial e outros com a finalidade de aumentar a produtividade das culturas sem que a propriedade perca o caminho da sustentabilidade ambiental, que caminha no sentido da preservação dos recursos naturais, para que esses não se esgotem e possam ser utilizados de maneira consciente pelas próximas gerações (SILVA, 2008a).

De acordo com a legislação brasileira, os fertilizantes orgânicos são classificados em três categorias: fertilizantes orgânicos simples, composto e fertilizante organo-mineral, estando os esterco animais dentro dos fertilizantes orgânicos simples (KIEHL, 1985).

Os esterco são dejeções sólidas e líquidas de animais domésticos e cuja composição química dependerá do tipo de animal que o originou e do manejo do resíduo (COSTA, 1994). O esterco animal possui valor como corretivo do solo e como nutriente para as plantas. Entretanto, é irreal acreditar que seu valor ultrapasse os níveis equivalentes de fertilizantes minerais. Seu valor como adubo depende de sua disponibilidade e de seu preço (WILKINSON, 1979 citado por AREVALO, 1986).

A adubação orgânica aumenta os estoques de carbono orgânico e N total no solo, em relação aos sistemas de produção com adubação mineral ou mesmo sem adubação, o que posiciona como uma estratégia de manejo importante à conservação da fertilidade do solo (LEITE et al., 2003). Esse tipo de adubação se diferencia da adubação mineral pela lenta liberação dos nutrientes, mas em contrapartida possui uma ação mais prolongada (ARAÚJO et al., 2008).

Esterco de animais, lodo de esgoto, restos culturais ou de processos de beneficiamento de alimentos e resíduos agroindustriais são os principais resíduos utilizados com potencial

agronômico apresentados pela literatura. Todavia, essa utilização depende de recomendações e normatizações estabelecidas pela legislação e de critérios técnicos que evite danos ao sistema solo × planta × animal (TRIGUEIRO, 2005).

A incorporação de material orgânico no solo, além de fornecer nutrientes como N, P, K e S, influencia as propriedades físicas do solo, reduzindo a densidade aparente, formando agregados, melhorando a aeração e a capacidade de armazenamento de água (KIEHL, 1985). Segundo o autor, os adubos orgânicos têm, também, efeito sobre o poder tampão do solo ao manter o pH quando há mudanças bruscas no meio, além de favorecer a troca catiônica, complexar e solubilizar alguns metais tóxicos às plantas e ter influência na temperatura do solo. Outros efeitos são o de favorecer o enraizamento, diminuir os efeitos tóxicos do Al e aumentar a atividade microbiana do solo (COSTA, 1994).

O N presente em adubos orgânicos ocorre na forma orgânica e mineral e a mineralização da fração do N orgânico depende da temperatura, da umidade, das práticas de cultivo e do teor de matéria orgânica do solo. O manejo dessas variáveis torna possível, ainda que difícil, o controle da liberação de N às plantas (ISHERWOOD, 2000).

Numerosos estudos evidenciam a importância das características dos adubos orgânicos sobre o processo de mineralização, sendo a sua composição como um dos principais. Dentro da composição dos adubos orgânicos, o parâmetro que tem melhor correlação com a mineralização é a relação C/N. Quando próxima de 10 é facilitada a mineralização, se, entretanto, for maior, ocorre à imobilização na biomassa dos microorganismos (KIEHL, 1985; MALAVOLTA, 2006).

A variabilidade nas taxas de mineralização de N verificada nos trabalhos com adubos orgânicos sugere a grande dificuldade em sincronizar os períodos de maior liberação de N no solo com o de maior requerimento de N pelas plantas. Isto se deve, principalmente, à complexidade da dinâmica do ciclo de N no solo, a qual é influenciada por fatores do solo e clima de difícil previsão (MALAVOLTA et al., 2002). Entretanto, ao avaliar a taxa de mineralização de N dos adubos orgânicos, é possível estimar a quantidade e a época de liberação de N através da análise das curvas de taxa de mineralização. Com isso, será possível a otimização do seu uso, procurando adotar práticas de manejo que auxiliem na sincronização entre o período de liberação de N inorgânico com o maior requerimento de N pela cultura e, desta maneira, evitar perdas de N através da lixiviação de NO_3^- , a qual pode resultar em impactos negativos ao ambiente (LISBOA, 2004).

Embora seja recomendada a aplicação dos esterco com a menor antecedência possível da época do plantio, o esterco fresco deve ser incorporado bem antes para evitar prejuízos às

plantas devido à concorrência do N disponível para os microrganismos presentes no solo (COSTA, 1994).

Além dos efeitos benéficos, existem estudos que indicam efeitos negativos associados à adição de resíduos orgânicos aos solos. KIEHL (1985) relata que a aplicação de resíduos com alta relação C/N induz a deficiência de N às culturas. Em solos com pH elevado, aplicações anuais de altas doses de esterco, principalmente de aves, podem facilitar o encrostamento, a desagregação das partículas pela chuva, reduzir a condutividade hidráulica, bem como favorecer a formação de substâncias cerosas repelentes à água, culminando com uma redução na sua capacidade de campo (ANDREOLA et al., 2000).

O esterco de animais desde há muito tempo é utilizado como adubo, principalmente por pequenos produtores, por ser rico em nitrogênio (ABREU JÚNIOR et al., 2005). De acordo com Furlani (2004) a demanda de nitrogênio pelas plantas varia com a espécie e o teor com a parte da planta analisada. Quando o suprimento de nitrogênio não é adequado, o crescimento é retardado e o nitrogênio é mobilizado das folhas mais velhas para as áreas de novo crescimento. O sintoma típico de deficiência de nitrogênio é a senescência precoce das folhas velhas com clorose característica.

Moreti et al. (2007), verificaram que a adubação, de Latossolo Vermelho distrófico, com esterco de galinha elevou os teores de P, MO, Ca^{2+} , Mg^{2+} e os valores de SB e CTC.

Melo et al. (2008) relataram que o esterco bovino com pH médio de 9,35 podem modificar o valor de pH do solo, para um faixa acima daquela considerada adequada ao pleno crescimento das culturas.

Guedes et al. (2006) ao trabalharem com biossólido (lodo de esgoto) de pH elevado e altos teores de Ca^{2+} e Fe^{3+} no solo em cultivo de eucalipto obtiveram como resultado a melhoria das propriedades químicas do solo, diminuição da acidez e aumento da disponibilidade da maioria dos nutrientes.

Holanda et al. (1982) observaram que a adição de esterco de poedeira, resultou no aumento da CTC, teores de Ca e Mg, e reduziu a saturação por alumínio.

Ernani e Gianello (1983) verificaram diminuição dos teores de alumínio trocável em função da adição de cama de frango (6 T ha^{-1}) e esterco de bovino (12 T ha^{-1}).

Brito et al. (2005) em estudo sobre as alterações das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos, verificaram em relação à matéria orgânica, que o esterco de ovino foi o resíduo que proporcionou os maiores teores ao longo das avaliações, porém os valores encontrados não diferiram significativamente da testemunha.

Contudo, o efeito benéfico da utilização de material orgânico na agricultura tem sido amplamente difundido. Dessa forma culturas adubadas com composto orgânico, normalmente apresentam plantas com nutrição mais equilibrada e com melhor desenvolvimento do que aquelas adubadas somente com fertilizantes minerais (OLIVEIRA e DANTAS, 1995).

2.4.1.1 Esterco bovino

Os esterco foram muito utilizados no passado, mas com o advento dos adubos químicos, o interesse pelos fertilizantes orgânicos diminuiu. Atualmente, a preocupação com a degradação ambiental renovou o interesse pelo uso dos esterco, ou seja, pela agricultura sustentável (BRUMMER, 1998). Os esterco de animais são os mais importantes adubos orgânicos, pela sua composição, disponibilidade relativa e benefícios da aplicação (MARQUES, 2006). O esterco bovino é usado como fonte de matéria orgânica ao solo e nutrientes as plantas, constituindo-se em excelente alternativa ao uso de adubos minerais (RODRIGUES et al., 2008).

A composição do esterco bovino é muito variável, sendo influenciada por vários fatores (KIEHL, 1985). Concomitantemente, Holanda (1990) afirma também que, a composição do esterco de curral é variável com a fonte animal e alimentação, entre outras, mas pode-se dizer como média que apresenta 0,4 a 0,5% de N; 0,4 a 0,6% de K_2O , 0,2 a 0,3% de P_2O_5 e dependendo das condições de manejo que o gado é submetido, podem-se observar sensíveis variações no conteúdo de macro e micronutrientes do esterco bovino.

Apesar de ter uma relação C/N maior que os esterco de caprino (21,6) e ovino (24,2), o esterco bovino (27,1) é o que apresenta maior taxa de decomposição (MARQUES, 2006). Segundo o autor isso pode ser atribuído, provavelmente, à sua estrutura que favorece o ataque dos microorganismos

As maiores dúvidas que geram insegurança, quando da utilização de esterco bovino na adubação, estão ligadas aos efeitos em longo prazo que venham a ocorrer na condição de não-revolvimento do solo após o uso intensivo por vários anos (SILVA et al., 2010). O melhor entendimento das modificações nos atributos químicos do solo, decorrentes da reciclagem de resíduos orgânicos e do uso de esterco na adubação pode fornecer subsídios para produção em bases sustentáveis, sem comprometer o ambiente (SCHERER et al., 2007).

Os resíduos orgânicos quando manejados e reciclados adequadamente no solo, deixam de ser poluentes e passam a constituir valiosos insumos para a produção agrícola sustentável. Segundo Campos (2001) o conteúdo de umidade do esterco determina parcialmente como ele pode ser manejado e armazenado. Esse mesmo autor aborda que o esterco produzido pelos bovinos, em vários tipos de instalações, varia em conteúdo de umidade, dependendo do tipo de alimentação e do tipo e quantidade de cama utilizada para os animais, sendo o mesmo classificado em três estados de consistências: sólido (16% ou mais de sólidos totais), semi-sólido (12 a 16% de sólidos totais) e líquido (12% ou menos de sólidos totais).

O manejo do esterco bovino pode ser conduzido de várias formas de acordo com a conveniência e o tipo de produção a ser adotado, tais como: convencional ou manejo de esterco na forma sólida; manejo de esterco líquido; manejo de esterco semi-sólido ou misto; manejo em lagoas de estabilização; e compostagem (SOARES FILHO, 2011).

O manejo do esterco sólido (convencional) (Figura 1) é feito manualmente ou mecanicamente, para sua coleta e transporte. Neste manejo, para facilitar a raspagem, deve-se evitar ao máximo o excesso de água. O esterco retirado diariamente pode ter o seguinte destino: ser distribuídos em locais cobertos ou não para o escoamento de umidade para depois ser distribuído nas áreas de cultura; ser levado para esterqueira ou para compostagem; e ser distribuído diretamente nas áreas de cultura (CAMPOS, 2001).

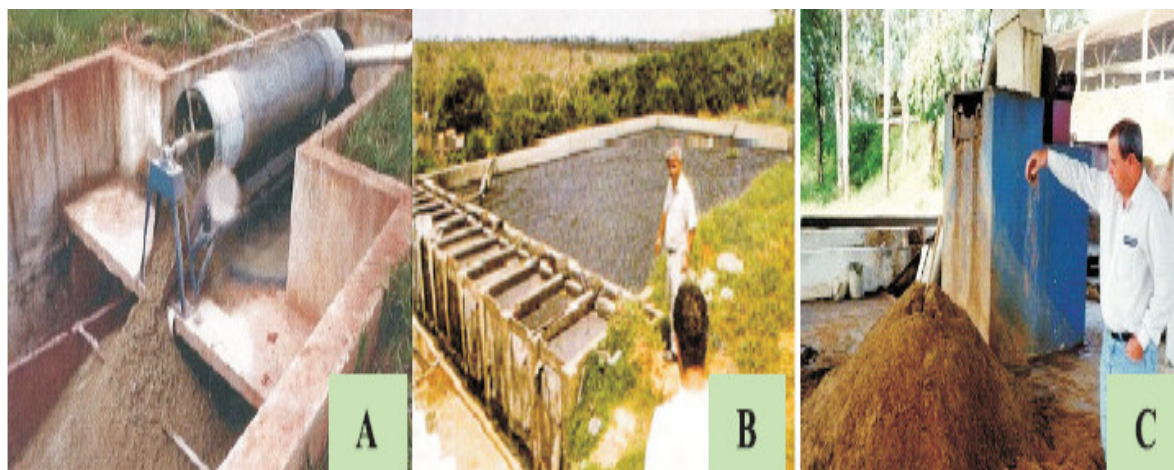


Figura 1: Sistemas de separação de sólidos: (A) Peneira giratória; (B) Decantador celular; (C) Prensa mecânica. Fonte: Konzen e Alvarenga, 2005.

Normalmente, não se faz nenhum tipo de processamento ou tratamento prévio do esterco antes de sua disposição no solo. Mesmo adotando-se o manejo de esterco sólido, torna-se necessária a lavagem periódica dos pisos com jatos de água sob pressão. O chorume

(águas de limpeza) resultante desse processo deve ser depositado em um tanque de esterco líquido (chorumeira) e posteriormente utilizado como fertirrigação em áreas de cultura (FIGUEIREDO e TANAMATI, 2010).

No sistema de manejo do esterco líquido (Figura 2) há necessidade da construção de tanques para coleta, tratamento e homogeneização do esterco líquido proveniente da limpeza das instalações (FIGUEIREDO e TANAMATI, 2010). A capacidade de armazenagem dos tanques é função do tamanho do rebanho, sistema de confinamento, diluição de dejetos, tempo de detenção hidráulica, tipo de solo, manejo adotado para o sistema de irrigação (fertirrigação), quantidade de chuva que o sistema pode suportar. As principais vantagens deste sistema são: baixa utilização de mão-de-obra; liberação de máquinas e equipamentos caros, como trator e implementos para outras atividades; pequenas perdas de nutrientes quando as irrigações são freqüentes; economia de insumos agrícolas comerciais (adubos químicos, calcário); e, conservação e melhoramento da fertilidade do solo (CAMPOS, 2001).



Figura 2: Tanque de armazenamento para esterco líquido. Fonte: RECICLAGEM de dejetos de animais é exemplo em fazendas dos EUA, 2010.

O manejo de esterco semi-sólido (misto) trata-se de um sistema de limpeza em que a mistura dos dejetos (fezes+urina) com água seja apenas o suficiente para facilitar a remoção do esterco (CAMPOS, 2001). O armazenamento normalmente é feito em tanques ou fossas abaixo ou acima do nível do solo. O volume desses tanques ou fossas deve ser o suficiente para armazenar o efluente por um período de três a cinco dias, permitindo maior flexibilidade ao manejo e não onerar os investimentos. A distribuição do esterco semi-sólido necessita de

um distribuidor (tanque) (Figura 3) de esterco acoplado a veículos ou em tratores ou ainda caminhão tanque, equipados com sistema de vácuo-compressor para as operações de homogeneização, carregamento e distribuição (KONZEN e ALVARENGA, 2005). A grande vantagem desses equipamentos é que o líquido manuseado não passa pelo vácuo-compressor, evitando os problemas de entupimentos tão comuns nas bombas convencionais (FIGUEIREDO e TANAMATI, 2010).



Figura 3: Equipamentos mecanizados e aspersão para distribuição de esterco líquido e misto.
Fonte: Konzen e Alvarenga, 2005.

No manejo em lagoas (Figura 4), o esterco lavado é conduzido diretamente para uma lagoa anaeróbia que depois de saturada é transbordada para uma segunda lagoa projetada para reter somente o esterco líquido. Desta lagoa de armazenagem, o efluente pode ser distribuído nas culturas por algum sistema de irrigação mais adequado às condições da propriedade. Após o enchimento das lagoas anaeróbias, que varia de dois a cinco anos, ou mais, conforme a taxa de enchimento e o volume projetado, a lagoa é submetida a uma limpeza para retirada do lodo biológico (CAMPOS, 2001). As maiores desvantagens das lagoas são: exige elevados requisitos de área para sua construção; desempenho variável com as condições climáticas; e, necessidade de afastamento razoável das instalações e residências (KONZEN e ALVARENGA, 2005).



Figura 4: Lagoa de armazenamento de esterco bovino. Fonte: Konzen e Alvarenga, 2005.

A compostagem é um processo controlado de decomposição microbiana, de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica e nesse processo ocorre uma aceleração da decomposição aeróbica dos resíduos orgânicos por populações microbianas, concentração das condições ideais para que os microorganismos decompositores se desenvolvam, (temperatura, umidade, aeração, pH, tipo de compostos orgânicos existentes e tipos de nutrientes disponíveis), pois utilizam essa matéria orgânica como alimento e sua eficiência baseia-se na interdependência e inter-relacionamento desses fatores (KIEHL, 1985). O processo é caracterizado por fatores de estabilização e maturação que variam de poucos dias a várias semanas, dependendo do ambiente (TEIXEIRA, 2002).

Na compostagem (Figura 5) ocorre o processo de digestão biológica da matéria orgânica por microrganismos em condições favoráveis de temperatura, umidade, aeração, pH, qualidade da matéria-prima disponível. A eficiência do processo baseia-se na perfeita interação desses fatores e o produto gerado é o húmus, adubo orgânico de alto valor agrícola e comercial. Basicamente, os principais tipos de compostagem utilizados, dependendo da quantidade e qualidade da matéria prima disponível, são: em leiras, pilhas aeradas, pilhas estáticas e caixa de alvenaria ou de madeira (CAMPOS, 2001).



Figura 5: Compostagem de esterco bovino. Fonte: Soares Filho (2011).

A quantidade de esterco e outros resíduos orgânicos a ser adicionada em determinada área depende, entre outros fatores, da composição e do teor de matéria orgânica dos referidos resíduos, classe textural e nível de fertilidade do solo, exigências nutricionais da cultura explorada e condições climáticas regionais (DURIGON et al., 2002).

Do ponto de vista físico, o uso de esterco promove o aumento da estabilidade de agregados, associado à redução da densidade do solo (ANDREOLA et al., 2000). Com relação às propriedades químicas, destaca-se o aumento da disponibilidade de nutrientes para as culturas e a capacidade de troca de cátions (CTC), associados aos de elementos tóxicos (BAYER e MIELNICZUK, 1999).

A matéria orgânica também auxilia a atividade dos organismos do solo, o que por sua vez resulta em impactos positivos na ciclagem de nutrientes (FILSER, 1995). Na produtividade o efeito da matéria orgânica pode ser direto, através do fornecimento de nutrientes, ou indireto, através da modificação das propriedades físicas do solo que, por sua vez, melhoram o ambiente radicular e estimulam o desenvolvimento das plantas (KIEHL, 1979).

Galvão et al. (2008) utilizando esterco bovino como adubo em Neossolo Regolítico eutrófico, observaram acumulações significativas de C, N, P, K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} na camada de 0,0-0,20cm.

Canesin e Corrêa (2006) testando o efeito do esterco bovino associado à adubação mineral na produção de mudas de mamão verificaram que as mudas produzidas em substrato

com apenas esterco de curral apresentaram maior número de folhas, do que as produzidas sob adubação mineral.

Oliveira et al. (2006) observaram efeito positivo do esterco bovino sobre o crescimento inicial da mamoneira, onde o maior valor foi obtido com a maior dose de esterco bovino, enquanto que o menor valor foi obtido na testemunha (ausência do esterco).

Pandolfo et al. (2008) a fim de verificarem as possíveis mudanças na fertilidade do solo e os risco ambientais a partir da adubação orgânica, aplicaram em um solo dejetos líquido de bovino (DLB), dejetos líquido de suíno (DLS), cama de frango (CF) e adubação mineral (AM). As fontes orgânicas forneceram maiores incrementos nos teores de carbono e nitrogênio em relação à AM e à testemunha. O DLS resultou em potencial 50% maior de causar dano ao ambiente comparando-o aos demais tratamentos.

Além do benefício como fonte de nutrientes, o uso do esterco bovino, proporciona adição de matéria orgânica que melhora os atributos físicos do solo, aumenta a capacidade de retenção de água, reduz a erosão, melhora a aeração e cria um ambiente mais adequado para o desenvolvimento da flora microbiana do solo. Desta forma, este é classificado de baixo custo e de alto retorno econômico para a agropecuária, além do retorno direto da atividade (MENEZES et al., 2002).

2.5 ASPECTOS REFERENTES AOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS

O gerenciamento dos resíduos de bovinocultura tem merecido atenção crescente pelos seus impactos ambientais. Cronk (1996) abordando os impactos sobre os recursos hídricos, afirma que se verifica atualmente uma expansão das áreas urbanas sobre as rurais, gerando uma competição pelo uso da água e, conseqüentemente, uma maior pressão sobre as práticas de gerenciamento desses resíduos. Ademais, esses resíduos tendem a ser considerados cada vez mais em decorrência não somente dos volumes gerados, bem como da crise energética mundial, da crescente preocupação com a redução da capacidade de suporte dos ecossistemas e dos efeitos planetários do mau uso dos recursos naturais (BUSCHINELLI, 1992).

Por ser de origem renovável, por muito tempo utilizou-se a adubação orgânica sem preocupação ambiental, mas com o aumento da oferta destes produtos, observou-se que poluentes resultantes da decomposição destes materiais podem contaminar fontes de água, solo, ar e os animais (FIGUEIREDO e TANAMATI, 2010). Segundo esses autores em termos

ambientais a adubação orgânica, agricultura sustentável e agroecologia são termos complementares no seu objetivo, causa e consequência, e mediante a isso, torna-se ideal, que se trabalhem estes conceitos de forma prática, onde adubação orgânica se empregada de forma ecologicamente correta, representa para agricultura em si, uma atividade sustentável.

A crescente preocupação com a poluição das águas e da atmosfera pelo uso intensivo de dejetos animais na adubação tem estimulado a busca de alternativas tecnológicas e a definição de indicadores ambientais e de solo que possibilitem a utilização mais eficiente desses insumos em diferentes sistemas de cultivo e preparo do solo, sem comprometer a qualidade ambiental (SCHERER et al., 2007).

A taxa com que o N amoniacal dos esterco é oxidado a nitrato (NO_3^-) pelas bactérias nitrificadoras, após a aplicação ao solo, é um fator determinante do seu potencial poluidor. Isto porque o aparecimento precoce de NO_3^- no solo, antes dos períodos de alta demanda em N pelas culturas, poderá resultar em perdas significativas desta forma de N por lixiviação, podendo contaminar as águas de superfície e também o lençol freático, uma vez que, a aplicação desses esterco, geralmente antecede a semeadura das culturas (CARGNIN, 2007). Do ponto de vista agrônomo e ambiental é interessante a permanência do N como amônio (em excesso pode ser tóxico as plantas), pois nesta forma ele está menos sujeito às perdas do sistema, implicando em reduções do potencial poluidor, além de diminuir os prejuízos econômicos (ROGERI, 2010).

Os principais fatores limitantes para uma aplicação sustentável de resíduos orgânicos no solo são a acidez, salinidade, sodicidade e lixiviação de algumas substâncias para as águas subterrâneas (MELO et al., 2008).

A resolução CONAMA n.º 001 de 1986 (BRASIL, 1986), estabelece impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. Na Tabela 2 pode-se observar os principais benéficos e impactos ambientais causados pela aplicação de esterco bovino no solo, conforme Manso e Ferreira (2007).

Tabela 2: Impactos ambientais da utilização do esterco bovino em áreas agrícolas

Impactos ambientais	Caracterização do tipo de impacto
Melhoria da fertilidade do solo	Positivo
Melhoria da potencialidade de fertilização inorgânica	Positivo
Melhoria da estabilidade de estrutura do solo	Positivo
Poluição do ar pela emissão de amônia no período de armazenagem e durante a aplicação no campo	Negativo
Poluição do ar pela dispersão de metano	Negativo
Escoamento de estrume para as águas superficiais	Negativo
Infiltração de nutrientes contidos no estrume para águas subterrâneas	Negativo

Assim, é necessário que todos os resíduos passíveis de serem descartados no solo sejam estudados cientificamente, fornecendo dados que diminuam os efeitos negativos e aumente a sua eficiência como adubo orgânico. Akhtar e Alam (1993) explicam que a bioconversão de resíduos orgânicos é uma forma natural de retornar ao meio os recursos previamente extraídos dele. Buschinelli (1992) complementa afirmando que a reciclagem desses, tem contribuído para desmitificar o termo resíduo como algo inútil e para racionalizar o uso dos recursos disponíveis, diminuindo a pressão sobre outros recursos naturais. A reciclagem contribui também para evitar as indesejáveis consequências do acúmulo de dejetos, o que levaria à contaminação do solo, água, alimentos e do próprio homem.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de um manejo mais adequado no solo através da aplicação de esterco bovino é de suma importância para todo o sistema biológico, químico e físico do solo que, além de promover vantagens ambientais, adiciona ainda resíduo orgânico ao solo melhorando o potencial agronômico da área de cultivo. A utilização de adubos orgânicos originados dentro das propriedades se apresenta como uma alternativa muito viável economicamente, tanto do ponto de vista ambiental como do agronômico. Dessa forma, o uso de esterco bovino no solo, deve ser cuidadosa e detalhada, evitando-se que uma atividade desejável sob o ponto de vista ambiental torne-se prejudicial ao meio ambiente.

O uso do esterco bovino como fonte de alguns macros e microelementos e de matéria orgânica ainda requer mais estudos e pesquisas, levando em conta a mineralização destes nutrientes no período de maior necessidade das culturas.

REFERÊNCIAS

ABREU JÚNIOR, C. H.; BOARETTO A. E.; MURAOKA, T. et al. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 4, p. 391-470, 2005.

AKHTAR, M.; ALAM, M. M. Utilization of waste materials in nematode control: a review. **Bioresource Technology**, v.45, n.1, p.1-7, 1993.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influencia 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, n.3, p.857-865, 2000.

ANUÁRIO DE PESQUISA PECUÁRIA BRASILEIRA – ANUALPEC. **Consultas rápidas**. p. 5-14. 2010.

ARAÚJO, L. C.; SANTOS, A. C.; FERREIRA, E. M.; CUNHA. et al. In: Efeitos da adição de diferentes fontes de matéria orgânica nas características químicas do solo e na produtividade do *Panicum maximum* cv. mombaça. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias Ambiental**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 65-72, 2008.

AREVALO, E. O. R. **Avaliação pelo capim colonião do efeito de esterco e da uréia aplicados em uma areia quartzosa tratada com e sem Ca (OH)₂**. 1986. 67p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1986.

BARBOZA, M. A. A. F.; ZIVIANI, A. C.; SILVA, M. M. P. da. et al. Novas tecnologias para formação de pastagens perenes com a utilização de culturas anuais. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 1, 2005. Brasília. **Anais...** Brasília: UPIS, 2005. p. 72-92.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.9-26.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Abate bovino fecha 2010 com alta de 4,3% em relação a 2009**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1847&id_pagina=1>. Acesso em: 15 out. 2011.

BELOTTI, F. M. **Perda de solo por erosão na agricultura: a importância das técnicas de manejo e conservação dos solos**. 2005. 114p. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 4ª ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Abate bovino fecha 2010 com alta de 4,3% em relação a 2009**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1847&id_pagina=1>. Acesso em: 26 set. 2011.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 13 out. 2011.

BRITO, A. S.; MORAES, J. P. S. de.; LYRA, L. H. de. B. **O processo de desertificação e a degradação dos solos no Distrito da Tapera, Petrolina-PE**. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo7/003.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2011.

BRITO, O. R.; VENDRAME, P. R. S.; BRITO, R. M. Alterações das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 33-40, 2005.

BRUMMER, E. C. Diversity stability and sustainable American agriculture, **Agronomy Journal**, v. 90, n. 1, p. 1-2, 1998.

BUAINAIN, A. M., BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva de produtos orgânicos**. Série Agronegócios. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007. 110p.

BUSCHINELLI, C. C. A. Impacto ambiental dos resíduos agropecuários e agroindustriais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE UTILIZAÇÃO DE SUB-PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, São Carlos, 1992. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA - Uepae de São Carlos, p.45-68.

CAETANO, L. C. S.; CARVALHO, A. J. C. de. Efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1150-1155, 2006.

CAMPOS, A. L. de. **Tratamento e manejo de dejetos bovinos**. Instrução Técnica. Juiz de Fora: EMBRAPA GADO DE LEITE, 2001. 2p.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R. et al. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação da palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 935-944, 2003.

CANESIN, R. C. F. S.; CORRÊA, L. S. Uso de esterco associado à adubação mineral na produção de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 481 – 486, 2006.

CARGNIN, R. H. O. **Biotransformações do nitrogênio no solo durante a decomposição de palha de trigo e dejetos líquidos de suínos**. 2007. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

CESAR, E. **A bovinocultura no ano 2000: produtores de gado que não se adequarem às mudanças não sobreviverão**. São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/~eliana/informa/dezembro99/bovinocultura.html>>. Acesso em: 23 set. 2011.

CORREIA, J. R.; LIMA A. C. S.; ANJOS, L. H. C. dos. O trabalho do pedólogo e sua relação com comunidades rurais: observações com agricultores familiares no norte de minas gerais. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 447-467, 2004.

COSTA, F. G. **Esterco bovino para o desenvolvimento inicial de plantas provenientes de quatro matrizes de *Corymbia citriodora***. 2010. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2010.

COSTA, M. B. B. da. **Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para a agricultura**. São Paulo: Ícone, 1994. 102p.

COSTA, M. B. B.; CAMPANHOLA, C. **Agricultura Alternativa no Estado de São Paulo**. Documento. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1997. p.63.

CRONK, J. K. Constructed wetlands to treat wastewater from dairy and swine operations: a review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.58, n.2-3, p.97-114, 1996.

DIEKOW, J. **Estoque e qualidade da matéria orgânica do solo em função de sistemas de culturas e adubação nitrogenada no sistema plantio direto**. 2003. 182 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; et al. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, p. 983-992, 2002.

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**, Campinas, v. 7, p. 161-165, 1983.

FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J. et al. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 755-763, 2003.

FIGUEIREDO, P. G.; TANAMATI, F. Y. Adubação orgânica e contaminação ambiental. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.3, p. 01-04, 2010.

FILSER, J. The effect of green manure on the distribution of collembola in a permanent row crop. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, n. 4, p. 303-308, 1995.

FONTENOT, J. P.; SMITH, L. W.; SUTTON, A. L. Alternative utilization of animal wastes. **J. Anim. Science**, v. 57, n. 12, p. 221-233, 1983.

FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2004.p. 40-75.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, I. C. Adubação orgânica. **Revista Cultivar**, n.9, p. 38-41, 1999.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa. Agropecuária. Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 99-105, 2008.

GOMES, J. J. A.; COSTA, C. V. A.; TEIXEIRA, A. P. R. T. et al. Comparação química do composto orgânico de esterco bovino e leguminosas: leucena (*Leucaena leucocephalla* (Lam) de Wit) e sombreiro (*Clitellaria flaccida* Haward). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3, n.1, p. 78-84, 2008.

GUEDES, M. C.; ANDRADE, C. A.; POGGIANI, F. et al. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Macapá, v. 30, p. 267-280, 2006.

HOLANDA, J. S. **Esterco de curral: Composição, preservação e adubação**. Documento. Natal: EMPARN, 1990. 69p.

HOLANDA, J. S.; MIELNICZUK, J.; STAMMEL, J. G. Utilização de esterco e adubo mineral em quatro seqüências de culturas em solo de encosta basáltica do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 6, p. 47-51, 1982.

ISHERWOOD, K. F. **Mineral fertilizer use and the environment**. Paris: INFA (International Fertilizer Industry Association) / UNEP (United Nations Environment Programme), 2000. 51p.

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

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia-relação solo-planta**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1979. 262 p.

KONRAD, E. E.; CASTILHOS, D. D. Alterações químicas do solo e crescimento do milho decorrente da adição do lodo de curtume. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 257-265, 2002.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. **Manejo e utilização de dejetos animais: aspectos agrônômicos e ambientais**. Circular Técnica. Sete Lagoas: EMBRAPA – CNPMS, 2005. 16p.

KUNZ, A.; ENCARNACAO, R. Tratamento de dejetos animais. In: GLEBER, L.; PALHARES, J. C. P. **Gestão Ambiental na Agropecuária**. Brasília – DF: EMBRAPA, 2007, p. 239-264.

LARSEN, R. E. et al. Rangeland cattle and manure placement: a link to water quality. **Oregon Acad. Sci.**, v.24, p.7-15, 1988.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. et al. 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**, Viçosa, v.27, n.5, p.821-832, 2003.

LISBOA, C. C. **Nitrogênio e adubação orgânica: lixiviação, efeito homeopático, mineralização e métodos de determinação de nitrato**. 2004. 142p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

LUCAS JUNIOR, J. **Algumas considerações sobre o uso de estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbio**. 1994. 139 p. Tese (Doutorado em Construções Rurais), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

MALAVOLTA, E. **A B C da Adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubação**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MANSO, K. R. de.; FERREIRA, O. M. **Confinamento de bovinos: estudo do gerenciamento dos resíduos**. Goiânia, 2007. Disponível em: <<http://www.cigeneticabovina.com.br/pe/dcd768bbf6991ca78688c72e4c51ba09.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2011.

MARQUES, L. F. **Produção e qualidade de beterraba em função de diferentes dosagens de esterco bovino**. 2006. 37p. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2006.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. de. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 101-110, 2008.

MENEZES, J. F. S.; ANDRADE, C. de. L. T. de.; ALVARENGA, R. C. et al. **Utilização de resíduos orgânicos na agricultura**. Ribeirão Preto, 2002. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabJune.htm>>. Acesso em: 06 out. 2011.

MENEZES, J. F. S.; FREITA, K. R.; CARMO, M. L. do. et al. Produtividade de massa seca de forrageiras adubadas com cama de frango e dejetos líquidos de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS USO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO ANIMAL COMO FERTILIZANTE, 1, 2009. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SIGERA, 2009. p. 317-322.

MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n. 4, p.361-367, 2007.

MILLER, R. M.; JASTROW, J. D. Hierarchy of root and mycorrhizal fungal interactions with soil aggregation. **Soil Biol, Biochem**: v.22, p. 579-584, 1990.

MORALES, M. M. **Avaliação dos resíduos sólidos e líquidos num sistema de abate de bovinos**. 2006. 84p. Dissertação (Mestre em Agronomia Área de concentração em Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, Botucatu, 2006.

MORETI, D.; ALVES, M. C.; VALÉRIO FILHO, W. V. et al. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 167-175, 2007.

NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, D. A. S.; MELO, E. E. C. et al. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Recife, v.28, n. 2, p. 385-392, 2004.

OESTERROHT, M. V. Sistema de produção de café orgânico na Fazenda Cachoeira. **Agroecológica**, v.1, n.2, p.17-20, 2000.

OLIVEIRA, A. M. G.; DANTAS, J. L. L. Composto orgânico. **Circular Técnico**. Cruz das Almas: Embrapa - CNPMF, 1995. 12p.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R. et al. Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 529-538, 2002.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Documento. Fortaleza: EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 2004. 17p.

OLIVEIRA, M. K. T.; OLIVEIRA, F. A. de; MEDEIROS, J. F. de. et al. Efeito de diferentes teores de esterco bovino e níveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Revista Verde**, Mossoró, v. 1, n. 1, p. 47-53, 2006.

PANDOLFO, C. M.; CERETTA, C. A.; MASSIGNAM, M. A. et al. Análise ambiental do uso de fontes de nutrientes associadas a sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 5, out. 2008.

PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. **Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura**. Circular técnico. Jaguariúna: EMBRAPA, 2008. 9p.

RECICLAGEM de dejetos de animais é exemplo em fazendas dos EUA. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 12 de jan. de 2010.

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

RODRIGUES, G. S. de O.; TORRES, B. S.; SALVADOR; LINHARES, P. C. F. et al. Quantidade de esterco bovino no desempenho agrônômico da rúcula (*Eruca sativa* L.), cultivar cultivada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.1, p.162-168, 2008.

ROGERI, D. A. **Suprimento e perdas de nitrogênio no solo decorrentes da adição de cama de aves**. 2010. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Santa Catarina, 2010.

SANTOS, J. F. dos. **Fertilização orgânica de batata-doce com esterco bovino e biofertilizante**. 2008. 110 p. Tese (Doutorado em Área de concentração Agricultura Tropical), Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Areia, 2008.

SCHERER, E. E. **Utilização de esterco suínos como fonte de nitrogênio: bases para a adubação dos sistemas milho/feijão e feijão/milho, em cultivos de sucessão**. Boletim Técnico. Florianópolis: EPAGRI, 1998. 49p.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Catarina, vol. 31, p. 123-131, 2007.

SELBACH, P.; TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C. et al. Descarte e biodegradação de lodo de curtume no solo. **Revista do Couro**, v.6, p.51-62, 1991.

SILVA NETO, S. P. da. **Uso de resíduo líquido de frigorífico como alternativa para adubação de pastagem: produção vegetal e propriedades químicas do solo**. 2009. 61 p.

Dissertação (Mestrado em Produção Animal), Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2009.

SILVA, A. G. **A viabilidade da utilização de compostos orgânicos em solos agricultáveis.** 2008. 25p. Monografia (Graduação em Tecnologia de Cafeicultura), Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008b.

SILVA, A. G. da. **Método de produção de composto orgânico a partir de matéria prima vegetal e animal.** 2008. 32p. Monografia (Graduação em Tecnologia de Cafeicultura), Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008a.

SILVA, C. A.; HIGASHIKAWA, F. S.; BETTIOL, W. Caracterização química de resíduos orgânicos visando à avaliação de valor agrônomo, CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2007, Lavras – MG. **Anais...** Lavras – MG: Universidade Federal de Lavras, 2007, p. 1-5.

SILVA, I. F. e MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.113-117, 1997.

SILVA, J. C. P. M. da.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V. et al. Esterco de gado leiteiro associado à adubação mineral e sua influência na fertilidade de um latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, vol. 34, p. 453-463, 2010.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotechnologia do Solo: Fundamentos e perspectivas.** Brasília: MEC Ministério da Educação, ABEAS; Lavras: ESAL, FAEPE, 1988. 236p.

SOARES FILHO, C. V. **Manejo de dejetos de bovinos de corte.** São Paulo, 2011. Disponível em: www.moodle.ufu.br/.../Manejo_de_dejetos_de_bovinos_de_corte.pdf. Acesso em: 10 out. 2011.

SOCO. Agricultura sustentável e conservação dos solos: Processos de degradação do solo. **Perda de matéria orgânica.** Europa, 2009b. Disponível em: <<http://soco.jrc.ec.europa.eu/documents/PTFactSheet-03.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2011.

SOCO. **Elos entre os processos de degradação do solo, as práticas agrícolas respeitadoras do solo e as medidas políticas com incidência nos solos.** Europa, 2009a. Disponível em: <<http://soco.jrc.ec.europa.eu/documents/PTFactSheet-03.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2011.

TAGLIARI, P. S. Produção de bite orgânico promete reduzir custos. **Agropecuária Técnica Catarinense**, v.13, n.2. p.35-37, 2000.

TEDESCO, M. J.; SELBACH, I. C.; GIANELLO, C. et al. Resíduos orgânicos e os impactos no ambiente. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª Ed. Porto Alegre: Metrópole, p. 113-125, 2008.

TEIXEIRA, R. F. F. Compostagem. In: HAMMES, V. S. **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA, 2002, v.5, p.120-123.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and waterstable aggregates in soils. **J. Soil Sci.**, vol. 33, p. 141-163, 1982.

TRIGUEIRO, A. **Mundo sustentável**: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação. São Paulo: Globo, 2º ed. 2005. 302p.