

Uso da cama de frango como adubo na agricultura

Maciel Silva Lemos⁽¹⁾; Emanuel Maia⁽²⁾; Elvino Ferreira⁽³⁾; Rosalvo Stachiw⁽⁴⁾

⁽¹⁾Maciel Silva Lemos, Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Unir, Câmpus de Rolim de Moura, Av. Norte Sul, 7.300, Nova Morada, CEP 76940-000, Rolim de Moura, agronomomaciel@gmail.com; ⁽²⁾Emanuel Maia, pesquisador (orientador), Unir, Departamento de Engenharia Florestal, Câmpus de Rolim de Moura, emanuel@unir.br; ⁽³⁾Elvino Ferreira, pesquisador, Unir, Departamento de Agronomia, Câmpus de Rolim de Moura, elvino@unir.br; ⁽⁴⁾Rosalvo Stachiw, pesquisador, Unir, Departamento de Engenharia Florestal, Câmpus de Rolim de Moura, rosalvo_stachiw@unir.br.

RESUMO – O nitrogênio é um dos elementos mais importantes da agricultura, pois participa do metabolismo das plantas, sendo encontrado em proteínas, coenzimas, ácido nucléicos, citocromos e clorofila. A quantidade de nitrogênio no solo influencia diretamente a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas. Uma das formas de potencializar a disponibilidade de nitrogênio no solo para a utilização pelas plantas é através da adubação nitrogenada. Neste sentido, este trabalho visou trazer, através de uma revisão da literatura, os diversos aspectos relacionados à utilização de adubos obtidos de resíduos agrícolas, dando destaque principalmente à cama de frango. Os resultados mostram que a cama de frango tem potencial de utilização como adubação nitrogenada. Entretanto, ainda existe o desafio tecnológico da redução da perda de nitrogênio, inerente deste tipo de resíduo.

Palavras-chave: Adubação Orgânica; Adubação Fosfatada; pH; Conservação do solo.

The use of poultry litter as fertilizer in agriculture

Abstract - The nitrogen is one of the most important elements in agriculture, because it participates of the plants metabolism, being found in proteins, coenzymes, nucleic acid, cytochromes and chlorophyll. The quantity of nitrogen in soil has a direct effect on the productivity and quality of agricultural products. One of the ways to increase the nitrogen availability in the soil to be used by plants is through nitrogen fertilization. This paper aimed to bring, through literature review, the several aspects related to the use of fertilizers obtained from agricultural residues, giving especially attention to poultry litter, the results show that poultry litter has a potential using as nitrogen fertilizer. Therefore, there is still the technological challenge to reduce the loss of nitrogen, natural of this kind of residue.

Keywords: organic fertilization; phosphate fertilization; pH; soil conservation.

1 INTRODUÇÃO

É conhecida a importância do nitrogênio (N) às suas funções no metabolismo das plantas, participando como constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, citocromos, clorofila etc., além de ser um dos nutrientes mais relevantes para o aumento da produção. A adubação nitrogenada influencia não só a produtividade, mas também a qualidade do produto em consequência do teor de proteína nos grãos de milho, assim como em outros tipos de grãos, frutos e hortaliças (SABATA; MASON, 1992; LANDRY; DELHAYE, 1993; ZHANG et al., 1994).

O teor de N nas folhas é muito influenciado pela adubação nitrogenada. Segundo Killorn e Zourarakis (1992), a concentração foliar de nitrogênio reflete sua disponibilidade no solo, sendo que a sua análise pode ser útil na detecção de deficiência de N e, conseqüentemente, na predição de produção.

O nitrogênio é necessário para todas as reações enzimáticas nos vegetais. Como uma parte da molécula de clorofila, o nitrogênio está diretamente envolvido na fotossíntese. Trata-se, portanto, de um componente necessário da biotina, tiamina, niacina, riboflavina e de outras vitaminas, e ajuda a planta a produzir e a usar os carboidratos, além de afetar as reações energéticas. Alguns materiais complexos, como os aminoácidos solúveis, podem ser absorvidos diretamente e usados pelas plantas (TAIZ, 2009; ZEIGER, 2004).

Existe uma variedade de materiais que podem ser utilizados na agricultura com intuito de fornecer N para as plantas, podendo estes ser de origem mineral (adubos minerais) ou vegetal (adubação orgânica). Um exemplo de adubação orgânica rica em N é a cama de frango, que é a maravalha (raspa de madeira) ou palha de café, com as fezes e pena das aves e restos de ração. A cama de frango é rica em carbono, cerca de 39 % (ADELI et al., 2007), e nutrientes (BOATENG et al., 2006).

O emprego de fertilizante orgânico, como o obtido a partir de cama de frango, pode contribuir para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. Com a intensificação da produção de frango de corte, principalmente com aumento do índice de conversão alimentar e redução do tempo de criação com a utilização de rações mais concentradas (GIROTTO; MIELI, 2004), o volume de resíduos gerados por essa atividade também aumentou.

Isso faz com que a utilização da cama de frango como adubo seja uma excelente forma de utilização deste recurso, devido especialmente à demanda por materiais alternativos que possam ser utilizados no campo, principalmente na agricultura familiar. Outra forma de

aproveitamento deste material é para a manutenção da matéria orgânica do solo, já que a maior parte dos solos do Brasil apresentam baixa fertilidade natural e pouca matéria orgânica (GIROTTI; MIELI, 2004).

A cama de frango foi apontada como potencial fertilizante para o sorgo (SANTOS et al., 2004), soja (ADELI et al., 2005), milho (BOATENG et al., 2006) e algodão (ADELI et al., 2007). Embora os resultados sejam promissores, pouco se conhece sobre a influência desse fertilizante sobre os atributos físicos e químicos do solo, especialmente o nitrogênio, assim como sua dinâmica nas diversas regiões do Brasil. Além disso, pouco também tem se estudado sobre o uso da cama de frango no cultivo de hortaliças.

Dentre o dinamismo existente no manejo do nitrogênio do solo, está o risco de perdas pela volatilização da amônia, o que muitas vezes, tende a gerar prejuízos ao produtor, especialmente na produção, sendo possível e necessário adotar técnicas para redução de tal perda. O uso de aditivos na cama de frango é uma solução rápida e econômica para reduzir a volatilização da amônia e amenizar alguns problemas como o aumento na incidência de doenças respiratórias nas aves e no ser humano, a desclassificação de carcaça devido às lesões na pele e também à redução do teor de nitrogênio na cama, o que diminui seu valor como fertilizante (OLIVEIRA et al., 2003).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi trazer, através de uma revisão da literatura, os diversos aspectos relacionados à utilização de adubos obtidos de resíduos agrícolas, dando destaque principalmente à cama de frango.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Nitrogênio no Ambiente

O nitrogênio é um dos elementos mais abundantes na terra, presente em todos os organismos animal, vegetal e no ecossistema em geral, estando presente no ambiente especialmente na forma de amônia (NH_3) e amônio (NH_4^+). Apesar de sua abundância no ambiente, este elemento possui ampla complexidade especialmente para sua manutenção e manejo na agricultura. É um macronutriente essencial às plantas, uma vez que é absorvido em grandes quantidades e está envolvido diretamente nos processos fotossintéticos, podendo ser adicionado ao solo na forma de adubo químico ou orgânico, e, apesar de tão importante, o manejo do N no solo é muito complexo, especialmente devido à volatilização da amônia (LOPES, 1990).

A volatilização da amônia consiste na passagem da amônia presente no solo à atmosfera. A amônia perdida por volatilização pode ser proveniente do amônio decorrente da mineralização da matéria orgânica ou do fertilizante aplicado, sendo que a flutuação do pH do solo está diretamente relacionada com este processo (FENN; KISSEL, 1973). Entender a complexidade dos processos de perda de N pelo solo é muito importante, facilitando ao produtor rural a otimização dos seus recursos.

A perda de N por volatilização de amônia para a atmosfera é um dos principais fatores responsáveis pela baixa eficiência dos adubos aplicados sobre a superfície do solo (RAUN e JOHSON, 1999). No entanto, estratégias devem ser pensadas para que estas perdas sejam reduzidas.

Desde a antiguidade a amônia é conhecida. Na obra “Historie naturalis” foi mencionado à existência de uma variedade de sal denominado “hammoniacum”. Robert Boyle, em (1661) escreveu na obra “SCEPTICAL CHYMIST”, indicando que o sal de amoníaco é composto de ácido muriático e álcali volátil. Em 1774 o autor J. PRIESTLEY isolou amônia gasosa, que chamou de “ar alcalino”, e mostrou que ela podia ser decomposta por faísca elétrica em outro gás combustível.

Berthollet (1785) indicou em sua obra que quando esse gás é decomposto em seus constituintes por meio de faísca elétrica, ele fornece aproximadamente 0,725 volume de hidrogênio e 0,275 volume de nitrogênio.

A amônia apresenta vasta aplicação, dentre as quais se destacam os usos como fonte de nitrogênio na fabricação de fertilizantes, agente neutralizador na indústria do petróleo e gás de refrigeração em sistemas industriais. O alto poder refrigerante e baixo potencial de destruição do ozônio estratosférico tornam este gás adequado para ser usado em grandes máquinas de refrigeração industrial, evitando assim os usuais compostos orgânicos clorofluorcarbonos (CFC) (FELIX; CARDOSO, 2004).

Segundo Lopes (2004) as culturas tradicionais, com exceção do arroz, absorvem a maior parte do seu nitrogênio como nitrato. As formas de amônia são rapidamente convertidas a nitrato em solos bem aerados e com temperaturas altas. Entretanto, as culturas utilizam quantidades substanciais de amônio (NH_4^+), vindo basicamente da atmosfera, uma vez que a disponibilidade no solo é muito baixa.

Lopes (1990) diz que existem três formas básicas de se encontrar o nitrogênio no solo:

Nitrogênio Orgânico (97-98% do N total do solo), correspondente a uma parte da matéria orgânica do solo e não está disponível para a pronta absorção das plantas em crescimento; nitrogênio Inorgânico representa 2-3% do N existente no solo, sendo dividido em Nitrogênio Amoniacal corresponde à parcela de N que é fixada pelos minerais do solo e é lentamente disponibilizado para absorção pelas plantas e o

nitrogênio na forma de íons de amônio e nitrato ou compostos solúveis, correspondendo a maior parcela de absorção e utilização pelas plantas. Consequentemente, o processo pelo qual as formas orgânicas são convertidas em formas disponíveis é importante para o crescimento das plantas (LOPES, 2004).

Quando se trabalha com a utilização de resíduos orgânicos, é importante salientar que é possível encontrar a amônia em vários compostos, sejam eles suínos, bovinos, nos tratamentos de esgotos urbanos, esterco de aves, cama de frango e outras.

A amônia é muito encontrada em aviários, e esta presença vem sendo discutida principalmente devido à existência de evidências epidemiológicas de que a saúde dos trabalhadores possa ser afetada pela exposição diária aos diversos poluentes aéreos, principalmente para aqueles que trabalham diariamente com o produto, como é o caso de quem trabalha em aviários de frango. Nestas instalações, também são geradas óxido nitroso, metano e dióxido de carbono, contribuindo para o aquecimento global (MIRAGLIOTTA, 2000).

A amônia é um gás incolor e irritante às mucosas, sendo formado a partir da decomposição microbiana do ácido úrico eliminado pelas aves. Para as aves, quantidades de amônia superior a 60 ppm faz com que a ave fique predisposta a doenças respiratórias, aumentando os riscos de infecções secundárias às vacinações. Quando o nível de amônia no ambiente atinge 100 ppm, há redução da taxa e profundidade da respiração, prejudicando os processos fisiológicos de trocas gasosas. Esses níveis altos de amônia (60 a 100 ppm) podem ser observados no início da criação em galpões, especialmente quando ocorre a reutilização da cama (GONZÁLES; SALDANHA, 2001).

No entanto, apesar dos problemas que podem decorrer no manejo do N no ambiente, os resíduos do frango são muito utilizados e comercializados. Os aviários comumente comercializam a cama de frango na forma de adubo, sendo este um subproduto do sistema de produção dos aviários, podendo ou não ser enriquecida com adubos químicos.

2.2 Mecanismo de Redução de Perdas da Amônia na Agricultura

A alternativa para diminuir as perdas de nitrogênio por volatilização da amônia é a adição de algumas substâncias ou compostos à cama avícola que favoreçam, através de reações bioquímicas, o aumento na fixação do nitrogênio e evitar as perdas de umidade destes materiais.

Dentre diversas formas de reduzir as perdas da amônia, Wyatt e Goodman (1992) observaram que o gesso agrícola proporcionou menores teores de unidades quando adicionado à cama de frango ou a maravalha, quando comparado no tratamento só de

maravalha. A cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) também vem sendo utilizada no intuito de melhorar a qualidade da cama de frango. Este produto foi avaliado por WILDEY (1984) com o propósito de reter nitrogênio na cama de frango, o autor constatou que a retenção do nitrogênio na cama de frango durou apenas duas semanas, necessitando de nova aplicação após esse período.

MEDEIROS et al. (2008) utilizou o Superfosfato Simples na cama de frango para a redução da perda da amônia, onde a dosagem de 15% de fosfato, apresentou maior eficiência na redução da volatilização de amônia da cama de frango. A umidade presente na cama de frango (31% da capacidade de campo) diminuiu em 81% a quantidade de amônia volatilizada. Entre os diferentes aditivos testados, o sulfato de cobre, seguido do sulfato de alumínio e do superfosfato simples, foram os aditivos mais eficientes em reduzir a volatilização da amônia em cama de frango.

Alternativas para reduzir os efeitos negativos da cama de frango, representados pela umidade e pH elevados e volatilização da amônia podem ser ainda consideradas úteis, tais como a cal apagada (SINGH et al., 1990), gesso agrícola (PROCHONOW et al., 2001), sulfato de alumínio (MOORE et al., 1996), bissulfato de sódio (POPE; CHERRY, 2000) e superfosfato simples (GLORIA et al., 1991).

MEDEIROS et al. (2008) que ao estudar a dose mais econômica de adição de fosfato, na forma de superfosfato simples (SS), em relação à redução da amônia volatilizada da cama de frango, induziu a reação da amônia (NH_3) com o ácido Clorídrico concentrado (HCl), que produz fumaça branca (NH_4Cl). O estudo demonstrou que não foi obtida diferença visual nas concentrações de 15% e 20% de SS, ficando estabelecido o nível de 25% como limite. Observou-se ainda que à medida que aumentaram as doses de fosfato (SS) foi observada a redução dos níveis de amônia volatilizada da cama de frango, não alterando os níveis de umidade.

Os efeitos da redução na volatilização de amônia estão relacionados com o decréscimo do pH que, com o aumento da concentração de íons H^+ , favorece a formação de amônio (NH_4^+), devendo portanto, ser controlado (PROCHNOW et al. 1995).

2.3 Uso de Adubações Não Convencionais na Agricultura

O manejo inadequado do solo, aliado a cultivos sucessivos e sem reposição nutricional mineral e/ou orgânica, pode causar sérias consequências, especialmente quanto à redução da sua fertilidade. Nos solos tropicais, que por natureza possuem baixo pH, são pobres nutricionalmente e os agricultores fazem uso de pouca ou nenhuma tecnologia no manejo.

Com isso, torna-se necessário o emprego constante de práticas com os quais se visam minimizar esse problema (MELLO; BRASIL SOBRINHO, 1960), sendo necessário sempre a busca de alternativas, como adubos verdes, adubação orgânica, cobertura morta e outros especialmente para minimizar as perdas de N para o ambiente.

Os adubos verdes são uma boa opção para manutenção ou melhoria da fertilidade do solo e, conseqüentemente, da sustentabilidade do modo de produção, visando especialmente o fornecimento de nitrogênio para o sistema. É importante salientar que muitos adubos verdes são leguminosas, sendo capazes de fazer a fixação biológica do nitrogênio, o que reduz as perdas de N pelo solo e adiciona biomassa rica ao mesmo (FAGERIA; BALIGAR, 2005).

Outras vantagens do uso dos adubos verdes estão relacionadas às melhorias das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (DUTRA, 1919; MIYASAKA et al., 1983; MAcRAE; MEHUYS, 1985; COBO et al., 2002a, b; FAGERIA; BALIGAR, 2005), além da manutenção da umidade próxima ao sistema radicular das plantas.

FONSECA et al. (2007) utilizou esterco rico em matéria orgânica e nitrogênio em propriedades de estado de Minas Gerais, onde se aplicou quantidades aproximadas de 60 a 80 t ha⁻¹ de esterco bovino comparado a diferentes doses de esterco de aves. Constatou-se que o esterco de aves foi mais eficiente do que as grandes aplicações de esterco bovino realizadas em outros estados.

Em estudo realizado por Fontanetti et al. (2003) utilizando diferentes fontes de adubação verde para Alface, Americana Grandes Lagos, não houve diferença significativa para nenhuma das características agrônômicas estudadas, mostrando a viabilidade do uso de adubos verdes na substituição à adubação mineral, na produção dessa hortaliça. Segundo dados de Fonseca et al. (2007), quanto maior a dose de esterco maior o acúmulo de massa fresca na parte aérea da alface e, conseqüentemente, maior a produtividade, independente da presença ou ausência de adubação mineral, mantendo a longo prazo no solo, elevados níveis de nitrogênio residual na matéria orgânica.

Segundo Souza et al. (2005), o emprego de fertilizantes minerais, especialmente os nitrogenados, em alface, é uma prática agrícola que traz resultados satisfatórios em termos de produtividade. Entretanto, deve-se levar em consideração a qualidade final do produto e o melhor custo benefício, uma vez que uso desordenado de fertilizantes minerais pode, em alguns casos, prejudicar a saúde dos consumidores, além de onerar os custos de produção, inviabilizando o cultivo de diversas hortaliças assim (SOUZA et al., 2005).

De modo geral, a alface apresenta boa resposta à adubação orgânica rica em nitrogênio, que, no entanto, varia de acordo com a cultivar e a fonte de adubo utilizada

(FONTANETTI et al., 2003). O uso de esterco de curral, cama de aviário, compostos orgânicos e diferentes tipos de tortas como fontes de matéria orgânica na produção de hortaliças, é uma prática que vem sendo utilizada cada vez mais pelos produtores, isto por que possui eficiência no aumento da produtividade das culturas olerícolas, aumentando o fornecimento de nutrientes essenciais às plantas e fazendo proveito de resíduos e dejetos que muitas vezes são produzidas na própria propriedade.

É reconhecida a importância e a necessidade da adubação orgânica em hortaliças, principalmente nas folhosas, visando compensar as perdas de nutrientes ocorridas durante seu cultivo (KIMOTO, 1993), como é o caso complexo das perdas de N amoniacal.

Compostos orgânicos usados como melhoradores alternativos da fertilidade do solo podem resultar em incremento da matéria orgânica e atividade biológica do solo (BULLUCK et al., 2002). SANTOS et al. (2001) avaliando a conservação da alface pós-colheita cultivada com adubação mineral, orgânica e conjunta, constataram que a velocidade de perda de matéria fresca pelas plantas diminuiu com o incremento das doses de composto orgânico, embora este mesmo incremento proporcionasse maiores teores de água nas plantas.

Nas avaliações de produção e desenvolvimento da alface, Yuri et al. (2004), verificaram que para as variáveis analisadas, dentre elas: massa fresca total, massa fresca comercial e diâmetro da cabeça, foram influenciadas pela dose de composto orgânico utilizada. Os referidos autores concluíram que o uso de 56,0 t.ha⁻¹ de composto orgânico aplicado antes do plantio é o que proporciona o melhor aumento de rendimento e qualidade comercial da Alface Americana Grandes Lagos.

A adubação orgânica resume-se à reciclagem de resíduos rurais, o que possibilita maior autonomia dos produtores com relação à aquisição de produtos minerais, e estes ainda apresentam grande efeito residual (SMITH e HADLEY, 1989; VIDIGAL et al., 1995), devido especialmente à mineralização a longo prazo da matéria orgânica.

A matéria orgânica adicionada ao solo na forma de adubos orgânicos, de acordo com o grau de decomposição dos resíduos, pode ter efeito imediato no solo e/ou efeito residual. Isso ocorre por meio de um processo mais lento de decomposição (VIDIGAL et al., 1997), em que nutrientes como o nitrogênio podem ser lentamente mineralizados e disponibilizados para absorção.

Villas Bôas et al. (2004), avaliando o efeito de três doses (30, 60 e 120 t ha⁻¹) de composto orgânico de três composições distintas (Casca de Eucalipto, Palhada de Feijão e Serragem de Madeira), observaram que o composto de palhada de feijão aumentou a

biomassa fresca da parte aérea e a quantidade de N, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe e Zn na alface, o que já era esperado uma vez que se trata de uma leguminosa rica em N.

Rodrigues e Casali (1999) avaliaram a aplicação de adubos orgânicos em alface e observaram o aumento na produção e nos teores de nutrientes nas plantas. ASANO (2004) estudou o efeito da aplicação de fertilizantes orgânicos e minerais e relata que plantas de alface com menores teores de N-total apresentaram maiores teores de açúcares solúveis totais na matéria fresca.

Já Vidigal et al. (1997), estudando o efeito de diferentes compostos orgânicos, atribuíram as menores produtividades de alface, cv. Carolina, a compostos orgânicos não suficientemente mineralizados para nutrir as plantas em nitrogênio. Avaliações feitas por NAKAGAWA et al. (1992), cultivando alface cultivar Brasil-48, concluíram que a utilização de 150 g de composto orgânico por vaso de diferentes resíduos agrícolas não produziu diferença significativa para biomassa fresca de folhas e caules.

Dado o exposto, apesar da importância que a adubação representa para o cultivo de hortaliças, ainda são escassos os trabalhos desenvolvidos no Brasil que avaliam o efeito residual da adubação com cama de frango sobre a produção de alface. O conhecimento de fatores relacionados à composição dos materiais orgânicos utilizados implica em economia de adubo e obtenção de hortaliças de melhor qualidade.

Sendo o Brasil um país de extensões continentais e ainda emergente, a utilização e reutilização de compostos é de suma importância para a manutenção do homem no campo, mas somente isso não basta. É necessário tornar as práticas agrícolas cada vez mais técnicas e eficientes, otimizando insumos e reduzindo perdas, proporcionando desta forma, com que o produtor rural tenha condição econômica e social de se manter dignamente no campo com uma atividade lucrativa e rentável.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O nitrogênio é abundante em todo o planeta, porém, possui complexa forma de manejo no solo, sendo necessária a utilização de mecanismos que visem o seu melhor aproveitamento, especialmente quando se utiliza adubos orgânicos.

A cama de frango é uma rica fonte de nitrogênio para as culturas e especialmente para hortaliças, no entanto é extremamente necessária a utilização de aditivos que reduzam as perdas de nitrogênio na forma amoniacal para a atmosfera.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELI, A.; SISTANI, K.R.; ROWE, D.E. TEWOLDE, H. Effects of broiler litter on soybean production and soil nitrogen and phosphorus concentrations. **Agron. J.** v.97, p. 314-321, 2005.
- ADELI, A.; SISTANI, K.R.; ROWE, D.E. TEWOLDE, H. Effects of broiler litter applied to no-till and tillage cotton on selected soil properties. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 71, p. 974-983, 2007.
- ASANO, J. Effect of organic manures on quality of vegetables. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 18, n. 1, p. 31-36, 2004.
- BOATENG, S.A.; ZICKERMANN, J.; KORNAHRENS, M. Poultry manure effect on growth and yield of maize. West Africa J. **Appl. Ecol.**, v.9, p.1-11, 2006.
- BULLUCK, L.R.; BROSIUS, M.G.; EVANYLO, K.; RISTAINO, J.B. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.19, n.2, p.147-160, 2002.
- BULISANI, E.A. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, p. 138, 1983.
- COBO, J.G.; BARRIOS, E.; KASS, D.C.L.; THOMAS, R.J. Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem. **Plant and Soil**, v. 40, n.2, p.331-342, 2002a.
- COBO, J.G.; BARRIOS, E.; KASS, D.C.L.; THOMAS, R. Nitrogen mineralization and crop uptake from surface-applied leaves of green manure species on a tropical volcanic ash soil. **Biology and Fertility of Soils**, v.36, n.2, p. 87-92, 2002b.
- D'UTRA, G.R.P. **Adubos verdes: sua produção e modo de emprego**. São Paulo, p. 77, 1919.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.36, p. 2733-2757, 2005.
- FELIX, E. P. ; CARDOSO, A. **Amônia (NH₃) atmosférica: Fontes, transformação, Sorvedouros e métodos de análise**, *Quim. Nova*, Vol. 27, No. 1, 123-130, 2004.
- FENN, L.B.; KISSEL, D. E. Ammonia volatilization from surface applications of ammonium compounds on calcareous soils: I. General theory. **Soil Science Society of America Journal**. Madison, v.37, n.6, p. 855-859, 1973.
- FONTANÉTTI, A. **Adubação verde no controle de plantas invasoras e na produção de Alface Americana Grandes Lagos e repolho**. p. 64, 2003. Dissertação (mestrado na área de fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras (UFV), Lavras.
- FONSCECA, M. S.; et al. **Produção de alface sob manejo da adubação orgânica e mineral na região Campo das Vertentes de Minas Gerais**. EPAMIG - Belo Horizonte, 2007.
- GIROTTI, A.F.; MIELI, M. Situação atual e tendências para a avicultura de corte nos próximos anos. Brasília, Embrapa, 2004.
- GLÓRIA, N.A.; BARRETO, M.C.V.; MORAES, C.J. et al. Avaliação do gesso e de alguns fosfatos como inibidores da volatilização de amônia de esterco. **Rev. Bras. Ciên. Solo**, v.15, p. 297-301, 1991.
- GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA**, v.11, 2001, Goiânia: AZEG/ABZ. p. 312-313, 2001.
- JOSEPH PRIESTLEY. Experiments and Observations on different kinds of air. 2 ed. London: J. Johnson, Vol. 1, n. 3, p. 1775-1777, 1774.
- KILLORN, R.; ZOURARAKIS, D. Nitrogen fertilizer management effects on corn grain yield and nitrogen uptake. **Journal of Production Agriculture**, v.5, p.142-148, 1992.
- KIMOTO, T. Nutrição e Adubação de repolho, couve-flor e brócoli. In: **NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS**. Jaboticabal, 1993. *Anais...* Jaboticabal, UNESP. p.149-178, 1993.
- LANDRY, J.; DELHAYE, S. The Tryptophan contents of wheat, maize and barley grains as a function of nitrogen content. **Journal of Cereal Science**, v.18, p.259-266, 1993.
- LOPES, A.S. Guia da fertilidade do solo. São Paulo, ANDA, 1990. 60p. (Boletim Técnico, 4).
- MacRAE, R.J.; MEHUYS, G.R. The effect of green manuring on the physical properties of temperate area soils. **Advances in Soil Science**, v.3, p.71-94, 1985.
- MEDEIROS, R. et al. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800035&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 23 mar. 2009. doi: 10.1590/S0103-84782008000800035.
- MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Efeitos da incorporação de resíduos de mucuna-preta, *Crotalaria juncea* L. e feijão baiano. I. Influência sobre a produção de arroz. **Revista de Agricultura**, v. 35, n. 1, p.33-40, 1960.

- MIRAGLIOTTA, M.Y. Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciados. (**Dissertação de mestrado**) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, p.122, 2000.
- MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A. de; CAVALIERI, P.A.; GODOY, I.J. de; WERNER, J.C.; CURTI, S.M.; LOMBARDI NETO, F.; MEDINA, J.C.; CERVELINI, G. da S.; e
- MOORE, P.A.; DANIEL, T.C; EDWARDS, D.R. et al. Evaluation of chemical amendments to reduce ammonia volatilization from poultry litter. *Poult. Sci.*, v.75, p.315-320, 1996.
- NAKAGAWA, J.; BÜLL, L. T.; PROCHNOW, L. I.; VILLAS BÔAS, R. L. Efeitos de compostos orgânicos na cultura do alface (*Lactuca sativa* L.): série I. **Científica**, v. 20, n. 1, p. 173-180, 1992.
- OLIVEIRA, M.C. et al. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 951- 954, 2003.
- OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C.V.; ANDRADE, D.O.; RODRIGUES, S.M.M. R. **Bras. Zootec.** vol.32, n.4, 2003.
- POPE, M.; CHERRY, T.E. Evaluation of the presence of pathogens on broilers raised on poultry litter treatment@-treated litter. *Poult. Sci.*, v.79, p. 1351-1355, 2000.
- PROCHNOW, L.I. et al. Controle das perdas de amônia durante a compostagem de esterco com adição de fosfogesso e superfosfato simples. **Scientia Agrícola**, v.52, n.2, p.346- 349, 1995.
- PROCHNOW, L.I.; CUNHA, C.F.; KIEHL, J.C. et al., Controle da volatilização de amônia em compostagem, mediante adição de gesso agrícola e superfosfato com diferentes níveis de acidez residual. **Rev. Bras. Ciên. Solo**, v.25, p. 65-70, 1995.
- RAUN, W.R.; JOHNSON, G.V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. **Agronomy Journal**, Madison, v.91, p.357-363, 1999.
- ROBERT BOYLE, *The Sceptical Chymist*, London, 1661; annotated excerpts above.
- RODRIGUES, E. T.; CASALI, V. W. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**. v. 17, n. 2, p. 125-128, 1999.
- SABATA, R.J.; MASON, S.C. Corn hybrid interactions with soil nitrogen level and water regime. **Journal of Production Agriculture**, v.5, p.137-142, 1992.
- SANTOS, C.C.; BELLINGIERI, P.A.; FREITAS, J.C. Efeito da aplicação de compostos orgânicos de cama de frango nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Escuro cultivado com sogro granífero [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **R. Cient.**, v. 32, p.134-140, 2004.
- SANTOS, R.H.S.; SILVA, F. DA; CASALI, V.W.D.; CONDE, A.R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p.1395-1398, 2001.
- SINGH, H.P.; SISHRA, M.; SAHOO, G. Effect of different methods of treatment of used litter on growth, feed efficiency and economies in broiler production. **Indian J. Prod. Manag.**, v.6, p.109-114, 1990.
- SMITH, S.R.; HADLEY, P. A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). **Plant and Soil**, v.115, n.1, p. 135-144, 1989.
- SOUZA, P.A.; NEGREIROS, M.Z.; MENEZES, J.B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G.L.F.M.; CARNEIRO, C.R.; QUEIROGA, R.C.F. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n.3, p. 754-757, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, p.819, 2009.
- VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, A. C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I. Ensaio de campo. **Revista Ceres**, v. 42, p.80-88, 1995.
- VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N.C. P.; MATOS, A. T. Produção de alface cultivada com diferentes compostos orgânicos e dejetos suínos. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 35-39, 1997.
- VILLAS BÔAS, R. L.; PASSOS, J. C.; FERNANDES, D. M.; BÜLL, L. T.; CEZAR, V. R. S.; GOTO, R. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 28-34, 2004.
- WILDEY, H. Manage turkey litter to control ammonia. **Poultry Digest**, v.43, p.257, 1984.
- WYATT, C. L.; GOODMAN, T. N. Research note: the utilization of recycled sheetrock (refined gypsum) as a litter material for broiler houses. **Poultry Science**, v.71, p.1572-1576, 1992.
- WYATT, C. L.; GOODMAN, T. N. Research note: the utilization of recycled sheetrock (refined gypsum) as a litter material for broiler houses. **Poultry Science**, v.71, p.1572-1576, 1992.
- YURI J.E.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J.; RESENDE, G.M.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JUNIOR, J.C. **Alface Americana Grandes Lagos: cultivo comercial**. Lavras: UFLA, p. 51, 2002.
- ZHANG, F.; MACKENZIE A.F.; SMITH, D.L. Nitrogen fertilizer and protein, lipid, and non-structural carbohydrate concentrations during the course of maize kernel filling. **Journal of Agronomy & Crop Science**, v.172, p.171-181, 1994.

