

Capítulo 3

A CAMA DE AVES E OS ASPECTOS AGRONÔMICOS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS

*Juliano Corulli Corrêa
Marcelo Miele*

A importância da cama de frango como fertilizante orgânico

As atividades agropecuárias e das agroindústrias produzem grandes quantidades de resíduos orgânicos, os quais precisam retornar à natureza sem impactar o ambiente. Desta forma, há a necessidade de proporcionar recursos tecnológicos para o reaproveitamento dos nutrientes e da água, tendo como critério o princípio da sustentabilidade, pois estas atividades contribuirão para o desenvolvimento do país.

Somado a esta realidade existe o apelo da população brasileira em se utilizar fertilizantes orgânicos de forma correta para produção de alimentos mais saudáveis, bem como mitigar a utilização dos fertilizantes minerais, dos quais o Brasil é importador, sendo que em época de crise econômica ocorre aumento nos preços, tendo como principal reflexo o incremento nos custos do produtor rural e, conseqüentemente, a elevação do preço destes produtos ao consumidor. Vale ressaltar que o Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes minerais do mundo (ANDA, 2008).

Como destaque entre os fertilizantes orgânicos vale mencionar a grande produção de cama de aves em nosso país, a qual se estima que será maior ainda no futuro, em razão da grande modernização e intensificação da produção. Existe a estimativa do aumento de produção de aves de 3,6% ao ano, sendo que em 2020 serão abatidas, aproximadamente, 16,63 bilhões de aves, o que corresponde a um aumento de 49%, valores que representarão 44% das exportações de carne de frango para o mundo (AGE/MAPA).

A produção de carne de frango de corte no Brasil atingiu 12,3 milhões de toneladas em 2010 (UBABEF, 2010), o que representa um abate de aproximadamente 4,940 milhões de cabeças (IBGE, 2010). Considerando as características predominante nos aviários com dimensões de 100 x 12 m e um alojamento de 14.500 pintos, bem como a recomendação técnica para o reuso da cama por seis lotes (com fermentação, reque-

rendo uso de lona), com uma altura de 10 cm, estima-se que a produção brasileira de resíduos gerados por este sistema de produção seja de 6,814 milhões de m³ de cama. Supondo que a cama de frango com seis lotes contemple, aproximadamente, 35, 40 e 30 g kg⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O (SIQUEIRA et al., 1987), a produção nacional no ano de 2010 seria de 238, 273 e 204 mil t destes nutrientes, respectivamente.

É de conhecimento público e técnico-científico que a adubação com cama de aves quando usada de forma correta promove grande potencial de produção agrícola, podendo ser utilizada nas culturas produtoras de grãos, horticultura, fruticultura, pastagem, reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. Isso ocorre em razão dos benefícios químicos, físicos e microbiológicos que proporciona ao solo. Entretanto, o respeito com o ambiente deve prevalecer sobre os objetivos de aumento na produtividade das culturas.

Práticas inadequadas na agropecuária, na qual se inserem os sistemas de produção de aves, representam potencial poluidor para solo, ar e água e têm contribuído para o aumento da degradação dos recursos naturais e poluição ambiental (GAYA, 2004). Portanto, para evitar a poluição ambiental pelo uso empírico da cama de aves, há a necessidade de adotar critérios técnicos para otimizar as doses corretas ao sistema de produção, levando-se em consideração a composição química do solo e da cama de aves, bem como a extração dos nutrientes pelas plantas.

Entre os diferentes modos para reutilizar a cama de aves, o uso como fertilizante é a forma que apresenta maior sustentabilidade, pois promove o retorno ou a ciclagem dos nutrientes ao solo, lembrando que estes foram usados no passado como forma mineral, na sua grande totalidade, para atender as demandas do milho e da soja, matérias-primas para produção de ração. Como outras formas de reaproveitamento pode-se citar sua utilização na produção de biogás, através de biodigestores, o qual poderá gerar energia elétrica para diversos fins na propriedade, energia térmica para aquecimento da granja, além de energia mecânica se for o caso. A cama também pode ser transformada em briquetes, os

quais tem capacidade para alimentar caldeiras para produção de energia térmica ou elétrica.

Para a utilização da cama de aves como fertilizante orgânico, há a necessidade de se conhecer todo o sistema de produção agrícola, principalmente o tipo de solo. Em especial, é necessário ter cautela e utiliza-la em situações onde os solos são mais arenosos, onde há a possibilidade da lixiviação do N na forma de NO_3^- para as águas subterâneas e, ou, a possibilidade da excessiva concentração de P na superfície do solo, o qual poderá ser erodido pelo escoamento superficial contaminando e eutrofizando cursos e reservatórios d'água (EARHAT et al., 1995, DANIEL et al., 1998, DELAUNE et al., 2006). Desta forma, se utilizado sem critérios técnicos, o seu uso poderá provocar redução na produtividade agrícola e impactos negativos ao ambiente.

O único sistema de produção agrícola que impõem restrição à aplicação de cama de aves são as pastagens, nas quais deve ser respeitada a legislação do MAPA através da Instrução Normativa N.º 25, de julho de 2009, a qual preconiza que a cama de aves só deve ter seu uso permitido quando realizada a incorporação ao solo e pastoreio somente após 40 dias. Em todas as situações de aplicação de cama de aves devem ser adotadas as práticas de manejo e conservação do solo, inclusive no sistema plantio direto - com curvas de nível ou terraços e cobertura de solo por resíduos vegetais, para evitar possível escoamento superficial de nutrientes para os corpos de água superficiais.

O manejo agrícola da aplicação de fertilizante orgânico com base em cama de frango deve ser realizado nos critérios agronômicos para determinação da taxa de aplicação deste no solo. Esta prática permite a substituição parcial ou integral dos fertilizantes minerais (MELO; MARQUES, 2000; HIRZEL et al., 2010), com a vantagem de permitir maximizar a absorção dos nutrientes, por proporcionar a mineralização de nutrientes no solo mais lentamente do que os fertilizantes minerais solúveis, favorecendo a absorção e aproveitamento de nutrientes pelas plantas em épocas de maior demanda, em razão da liberação destes

coincidir com o maior necessidade nutricional das plantas, a qual é condicionada pelos diferentes estádios fenológicos (BRINK et al., 2002). Desta forma, adicionando-se quantidades de nutrientes próximas às extraídas pelas plantas, é provável que sistemas de produções agrícolas adubados com cama de aves possam ser caracterizados como auto-sustentáveis (SEGANFREDO, 2000).

Com a aplicação da cama de aves de forma correta e por períodos prolongados, pode-se observar a ocorrência de melhorias nos atributos do solo, elevando sua fertilidade, sendo que a maior parte destes benefícios são atribuídos à matéria orgânica, a qual influencia todas as propriedades do solo, tais como: aumento da capacidade de troca catiônica; disponibilidade e ciclagem de nutrientes para as culturas; e complexação de elementos tóxicos e micronutrientes. Estes são fatores fundamentais em solos tropicais, altamente intemperizados e ácidos (SANTOS; CAMARGO, 1999), além de proporcionar a melhoria na estrutura, caracterizada pela diminuição de densidade do solo, aumento da porosidade e da taxa de infiltração de água. Há também o ganho de aumentar direta e indiretamente a capacidade do solo de armazenar água (KIEHL, 1985).

Ainda é possível inferir sobre a presença de micronutrientes e compostos como ácido húmico, ácido fúlvico, ácidos graxos, os quais podem permitir a complexação de nutrientes, disponibilizando-os de forma gradativa às plantas, evitando, principalmente, a fixação do P aos sesquióxidos de Fe e Al do solo, bem como a liberação gradativa do de N às plantas, uma vez que este tem que sofrer mineralização pelos microrganismos do solo para depois poder ser aproveitado. Desta forma, a adubação com fertilizante orgânico composto com cama de aves vai muito além da disponibilidade de N, P e K às plantas.

A cama de frango ainda pode apresentar efeitos indiretos, como modificações das propriedades físicas do solo que, por sua vez, melhoram o ambiente radicular e estimulam o desenvolvimento das plantas. Como matéria orgânica, permite a agregação das partículas e a estabilização

dos agregados, o que resulta em maior porosidade, aeração e retenção de água (RAIJ et al 1991).

Desta forma, é importante fornecer aos leitores os critérios técnicos que devem ser levados em consideração na aplicação da cama de aves para sistemas de produção agrícola e florestal, visando não só o aumento da produtividade das culturas, mas, sobretudo, o uso racional deste fertilizante orgânico. Deve-se compreender esta prática dentro do conceito de desenvolvimento sustentável, com responsabilidade sócio-ambiental, com a geração de renda pela agropecuária e preservação da natureza para as gerações futuras.

Os critérios técnicos para recomendação da cama de aves

A cama de aves pode se constituir em um fertilizante eficiente e seguro para adubação das culturas, desde que respeitados os critérios agrônômicos que asseguram a preservação do ambiente. Para isso, é ideal que a recomendação do uso deste produto no solo seja realizada por profissionais que detenham formação qualificada na área da fertilidade do solo, pois há a necessidade do conhecimento de cinco critérios técnicos, quais sejam: análise química do solo, composição do fertilizante orgânico, necessidade nutricional da cultura, conhecimento do tipo de solo e histórico das adubações. Com base nestas informações, o profissional tem condições de realizar a recomendação da dose adequada da cama de aves ao sistema de produção.

Primeiro critério: características químicas do solo

A análise química é um instrumento básico para a obtenção de informações sobre a acidez e a carência de elementos no solo, permitindo que o conhecimento da pesquisa seja transformado em aumento da produtividade agrícola. Informa ao produtor rural a exata recomendação de calagem e adubação, o que confere maior retorno econômico e, em

determinados casos, economia na compra de corretivos e adubos minerais, permitindo desta forma maior sustentabilidade do sistema.

Assim, antes de realizar a adubação com fertilizantes orgânicos ou minerais, há a necessidade de conhecer a análise do solo, a qual tem a finalidade de fornecer de modo econômico os elementos de que a planta necessita e que o solo não tem em quantidade suficiente. Vale ressaltar ainda que se a acidez do solo não for corrigida, o efeito da adubação será próximo de zero (MALAVOLTA, 2007).

Para que ocorra a adequada recomendação dos corretivos e dos fertilizantes, neste caso o orgânico à base de cama de aves, há a necessidade de que a amostragem do solo seja realizada de acordo com os parâmetros de divisão da lavoura em áreas homogêneas quanto às características de cor, topografia, textura, vegetação, uso e manejo do solo. Deve-se evitar a amostragem em áreas encharcadas, ou nas quais foram depositados montes de calcário, esterco ou composto, lembrando que a “análise não é melhor que a amostra” (MALAVOLTA, 2007).

É sugerido que a análise seja realizada uma vez por ano, antes da implantação das lavouras. Em sistemas convencionais e com culturas perenes, recomenda-se a amostragem na camada de 0 a 20 cm para correção de acidez, e de 20 a 40 cm para correção do alumínio tóxico, sendo que para culturas frutíferas recomenda-se amostrar a rua e no meio da rua, para verificar se há necessidade de corretivo de acidez ou para preparar este espaço para “receber” as raízes que vão se formando. No sistema de plantio direto já estabelecido, as coletas devem ser realizadas na linha e entrelinha, pois as amostras simples do sulco adubado e da entrelinha, quando compostas, fornecem a “média” da fertilidade (Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 2004).

De acordo com essas premissas de fertilidade do solo, buscou-se neste capítulo abordar os critérios técnicos para aplicação da cama de aves no sistema de produção agrícola com base na análise de solo e, par-

tindo do pressuposto de que ele esteja corrigido, ao nível de acidez do solo. Para isso, há a necessidade de escolher um nutriente específico do solo, levando-se em consideração a situação de que ele esteja limitando a produção da cultura ou aquele com maior disponibilidade, que poderá trazer impactos ambientais quando de sua adição em maiores quantidades. Tendo como sugestão os seguintes critérios de escolha do nutriente, faz-se as seguintes considerações:

- Quando o teor de P no solo for igual ou superior ao teor considerado muito alto (Tabela 1), a recomendação da cama de aves deverá levar em consideração a demanda nutricional e a produtividade esperada da cultura para esse nutriente. Caso o teor de P no solo for duas vezes superior ao nível máximo estipulado pelo boletim estadual, a recomendação da cama de aves deverá ser feita com prudência, para evitar perdas por escoamento superficial.
- Em condições de solos onde os teores de P estiverem abaixo da classe “muito alta” (Tabela 1), o fertilizante poderá ser aplicado visando suprir as necessidades de N para aplicação da cama de aves, levando em consideração a demanda nutricional e a produtividade esperada da cultura para esse nutriente essencial. No caso das leguminosas, há a opção de escolher o K em razão da associação simbiótica entre a bactéria *Rhizobium* e planta.

Para evitar perdas por escoamento superficial das formas de N e a lixiviação do NO_3^- , principalmente em solos desprovidos de manejo de conservação, bem como em condições onde prevalece a textura arenosa, ou ainda naqueles solos com baixo teor de matéria orgânica, é prudente preconizar o parcelamento da adubação orgânica, para evitar níveis de NO_3^- superiores a 10 mg L^{-1} nas águas subsuperficiais (Legislação Nacional do CONAMA, nas Resoluções 357 para corpos de água e a 396 para águas subterrâneas).

Vale ressaltar que para as plantas leguminosas, como soja, feijão, quando, crotalária, mucuna, etc, poderá ser adotado como critério de escolha dos nutrientes o K, caso os teores de P e deste nutriente no solo forem inferiores a muito alto no solo (Tabela 1).

Para a escolha do nutriente mais adequado ao ambiente é sugerido que levem em consideração os boletins de análise de solos para cada região do país para P e K, uma vez que eles predispõem a faixa de suficiência considerada ou não adequada às culturas, permitindo desta forma determinar a quantidade necessária de acordo com sua extração e produtividade esperada pela cultura naquela região do país.

- A única restrição obrigatória para a não aplicação da cama de aves será quando os teores de Cu ou de Zn no solo forem iguais ou superiores aos limites estabelecidos pela Resolução no 420 do CONAMA (Tabela 2). Nesta situação, a aplicação da cama de aves deverá ser evitada. Vale ressaltar que estes valores são os biodisponíveis, sendo determinado pela metodologia 3051 da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US-EPA). Os teores limítrofes de elementos metais, Cu e Zn no solo são de 250 e 450 mg kg⁻¹. Já os valores de prevenção da qualidade são de 60 e 300 mg kg⁻¹.

Tabela 1. Interpretação do teor P do solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila, adaptado do Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), em mg dm⁻³.

| Teor de P no solo | Classe de solo | | | |
|-------------------|----------------|----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Muito baixo | ≤2,0 | ≤3,0 | ≤4,0 | ≤7,0 |
| Baixo | 2,1-4,0 | 3,1-6,0 | 4,1-8,0 | 7,1-14,0 |
| Médio | 4,1-6,0 | 6,1-9,0 | 8,1-12,0 | 14,1-21,0 |
| Alto | 6,1-12,0 | 9,1-18,0 | 12,1-24,0 | 21,1-42,0 |
| Muito alto | > 12,0 | > 18,0 | > 24,0 | > 42,0 |

Teores de argila: Classe 1: >60%; 2: 41 a 60%; 3: 21 a 40%; 4: ≤20%.

Tabela 2. Valores máximos admissíveis no solo de acordo com a resolução no 420 do CONAMA de 2010

| Elemento | Teor de investigação | Teor limite no solo |
|----------|----------------------|---------------------|
| Zn | 300 | 450 |
| Cu | 60 | 250 |

Segundo critério: composição química da cama

A composição química da cama de aves fornece a quantidade exata da concentração de cada nutriente essencial à planta presente neste fertilizante orgânico. Esta análise é de fundamental importância porque há uma variação muito grande para o mesmo nutriente em cada fertilizante orgânico, relacionada ao material de origem que compõe a cama de aves, sua raça, idade, lotação do aviário (aves/m²), alimentação, número de lotes, entre outros (Figura 1).

O fertilizante orgânico com cama de aves apresenta concentrações de NPK desbalanceadas para a cultura, como média aproximada de 3-3-2. Por isso, o profissional deve conhecer o teor do nutriente para aplicar a dose adequada à cultura desejada, seguindo os critérios abordados anteriormente. Caso os demais nutrientes forem insuficientes para a necessidade nutricional da cultura, deverão ser aplicados de forma mineral a fim de atender esta demanda.

Castro (2005) observou teores de N, P e K em cama de aviário de 25,9; 20,6 e 10,0 g kg⁻¹, enquanto Andreotti et al. (2005) constataram 19,3; 16,5 e 41,1 g kg⁻¹ e Oliveira et al. (2006) valores de 35,3; 30,7 e 30,0 g kg⁻¹. Estes resultados demonstram a importância de se conhecer a composição da cama de aves antes da recomendação da dose a ser aplicada a campo.

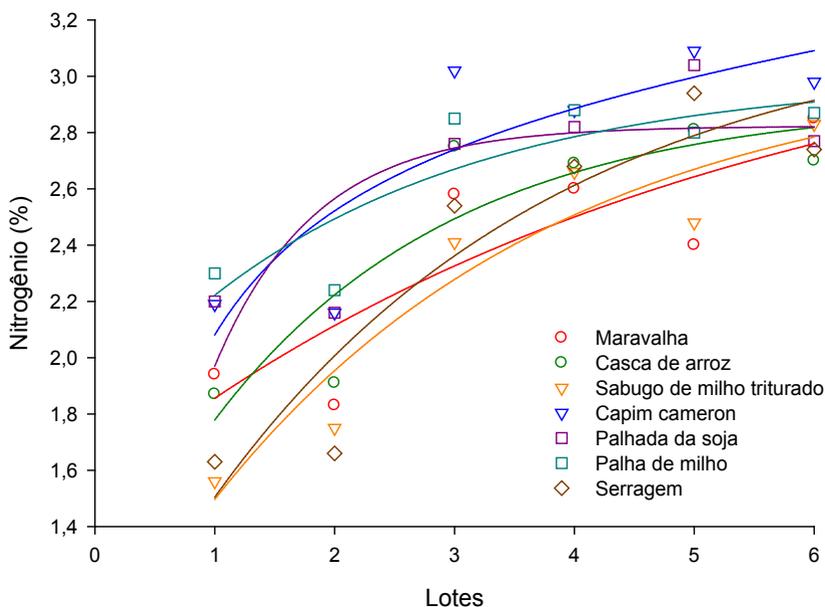


Figura 1. Teor de N em diferentes camas de aves em razão de diferentes matérias de origem e número de lotes de aves. Adaptado de Avila (2007).

Terceiro critério: necessidade nutricional da cultura

O terceiro critério é intrínseco a cada espécie vegetal, ou até mesmo para cada cultivar dentro da mesma espécie, lembrando que esta característica é determinada geneticamente, sendo que para alcançar seu maior potencial deverá haver condições adequadas do meio. O conhecimento da capacidade de absorção de nutrientes da planta revela a quantidade de nutrientes que poderá ser absorvida e exportada do solo, o que induz à necessidade de reposição destes com antecedência, evitando o esgotamento de nutriente no solo, prática agrícola conhecida como adubação de manutenção.

A importância de se conhecer a necessidade nutricional da cultura está relacionada diretamente à filosofia do balanço de nutrientes para avaliação do uso dos fertilizantes, a qual leva em consideração a produção agrícola sustentável, onde os nutrientes removidos do sistema deverão ser repostos por meio dos fertilizantes (CUNHA et al., 2010). Em outras palavras, o princípio do balanço de nutrientes está baseado no fluxo de entrada e saída dos nutrientes no sistema agrícola pelos principais processos (adubação, correção do solo e fixação biológica) com a quantidade que é exportada pelos diversos produtos agrícolas, permitindo desta forma prever sobre a alta ou baixa eficiência do fertilizante. Baixos índices de aproveitamento indicam agricultura de exaustão dos recursos disponíveis e, quando altos, indicam aplicação excessiva de fertilizante, o que preconiza o consumo não sustentável de recursos não renováveis, com aumento dos riscos ambientais.

Quantidades médias de nitrogênio, fósforo e potássio, exportadas nos grãos de diferentes culturas.

| Culturas | N | P | K |
|----------|--|------|------|
| | ----- kg t ⁻¹ de grãos----- | | |
| Soja | 60 | 6,55 | 16,6 |
| Feijão | 50 | 4,40 | 12,4 |
| Milho | 16 | 3,60 | 4,9 |
| Sorgo | 15 | 3,54 | 3,5 |
| Trigo | 21 | 4,37 | 4,4 |
| Arroz | 14 | 2,36 | 2,4 |
| Cevada | 20 | 4,37 | 5,1 |
| Aveia | 20 | 3,15 | 4,4 |
| Centeio | 20 | 4,11 | 4,5 |
| Trtiale | 20 | 3,45 | 4,2 |

Prado et al (2008).

Taxa de aplicação

Com o conhecimento da análise do solo, da composição química da cama de aves e da necessidade nutricional da cultura, associadas ao conhecimento do tipo de solo, topografia e histórico das adubações, é possível estabelecer a quantidade de nutriente a ser aplicada para a cultura de interesse, promovendo aumento de produtividade agrícola sem prejudicar o ambiente. Porém, se forem aplicadas doses inadequadas haverá o risco de limitar a produtividade com possíveis efeitos de contaminação do solo e da água. Portanto, o que irá decidir a ação a ser desenvolvida será a dose a ser recomendada e sua forma de aplicação no solo.

Em condições onde não houver a necessidade da adubação de correção do solo, poderá se optar pela adubação de manutenção onde de acordo com os critérios para a escolha do nutriente com maior risco no agroecossistema, o engenheiro agrônomo ou florestal deverá atender a fórmula a seguir:

Quantidade de nutriente (em kg/ha) = (quantidade exigida pela cultura – quantidade presente no solo) x f (eficiência de disponibilizada pela cama de aves).

É importante lembrar que para o P e K a quantidade destes dois nutrientes já presentes no solo. Para N, no Sul do Brasil a quantidade deste nutriente no solo poderá ser estimada em razão da taxa de mineralização, levando-se em consideração os resultados da MOS, sendo o valor proposto de 20% ao ano (Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 2004).

O valor f consta nos boletins técnicos de recomendação de corretivos e fertilizantes disponibilizados por Estado. No sul do país a quantidade disponibilizada pelo fertilizante, para N, P e K, deverá obedecer os seguintes valores 0,8, 0,9 e 1,0, respectivamente, os quais foram estabelecidos pela Manual de Adubação e de Calagem para os estados de Rio

Grande do Sul e Santa Catarina (2004).

O respeito com o ambiente

A atividade pecuária de criação de aves é concentradora de resíduos, os quais se forem manejados inadequadamente permitirão a presença de alta carga poluidora de nutrientes para o solo, ar e água. Vale ressaltar que o monitoramento da fertilidade através da análise de solo é ponto chave para o sucesso da aplicação da cama de aves como fertilizante orgânico, sendo que o respeito aos critérios técnicos descritos neste artigo reduzem os riscos de contaminação do ambiente.

A falta de critérios e o uso indiscriminado da cama de aves de corte no solo acarretam riscos ambientais a médio e longo prazo, sobretudo pelo comprometimento da qualidade do solo e das águas, além de reduzir a produtividade agrícola.

Cabe ao Ministério do Meio Ambiente/CONAMA regulamentar o impacto dos fertilizantes no ambiente, estabelecendo critérios para o uso adequado dos fertilizantes minerais ou orgânicos. Para o monitoramento do solo e a aplicação da cama de aves de corte deve-se consultar a Resolução 420 do CONAMA, de 28 de dezembro de 2009, a qual dispõe sobre critérios e valores orientadores da qualidade do solo em função da presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas, conforme valores mencionados anteriormente.

É importante ressaltar três situações nas quais é necessário maior atenção quanto à aplicação de cama de aves como fertilizante orgânico:

- Áreas de solos arenosos apresentam menor potencial de carga, tanto negativas quanto positivas, para retenção de nutrientes no solo, fator que permite maior lixiviação do nitrogênio e do fósforo em profundidade,

podendo haver a contaminação do lençol freático e, conseqüentemente, a eutrofização (enriquecimento da água por nutrientes, o que causa a proliferação de microrganismos e algas, provocando a redução do oxigênio e, ou, a mortalidade dos peixes, além de reduzir a qualidade da água).

- Em áreas de declive elevado, para evitar a contaminação das águas superficiais em função do escoamento superficial de nutrientes, em especial o nitrogênio e o fósforo, deve-se seguir as práticas agrícolas de manejo e conservação do solo como curva de nível, rotação de cultura, plantio em faixas, manutenção da cobertura vegetal do solo, área de mata ciliar, entre outras;
- Em áreas onde o lençol freático for mais próximo à superfície, com valores inferiores ou próximos a dois metros, deve-se evitar o uso excessivo da cama de aves para que não ocorra a contaminação da água por nutrientes. Nestas áreas deve-se monitorar a qualidade da água, de acordo com os limites de nutrientes impostos pelas leis do CONAMA 396 (classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas) e CONAMA 357 (classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento).

Os benefícios da cama de aves para o produtor

Quando práticas agrícolas são aplicadas de forma inadequada, entre elas a adubação, problemas como o esgotamento do solo pela exportação de nutrientes pelas plantas e a perda destes nutrientes por lixiviação, erosão e emissão de gases ou volatilização são fatores que tornam este ambiente cada vez mais deficiente em um ou vários de seus elementos, sendo que os reflexos surgem na menor produtividade agrícola. Assim, o uso de práticas agrícolas, como a correção da acidez e o fornecimento de nutrientes pela adubação química e/ou orgânica, são indispensáveis no sistema de produção. Isto permite que o solo apresente disponibilidade equilibrada de nutrientes, fator que possibilita a melhor absorção destes pela planta e o incremento da produtividade.

O fornecimento de nutrientes às plantas a partir de fertilizantes orgânicos, entre eles a cama de aves, é uma estratégia interessante e viável economicamente, fator que contribui para preservação das reservas naturais, além de introduzir novas práticas de manejo, as quais podem otimizar a ciclagem de nutrientes e reduzir a demanda por insumos externos (CHAGAS et al., 2007).

Além disso, a liberação de nutrientes pela cama de aves se processa de forma mais lenta do que os fertilizantes minerais, visto ser necessário tempo bem maior de ação dos microrganismos para realizar a mineralização, a qual dependerá de fatores como temperatura e umidade do solo, relação C/N, tipo de solo, pH, entre outros. A liberação mais lenta dos nutrientes pela cama é um aspecto positivo, pois a liberação dos nutrientes poderá coincidir com a maior demanda nutricional da cultura, principalmente as anuais.

Resultados para a cultura do milho na safra 2009/2010 em Santa Catarina

Na safra de 2009/2010 foi realizado experimento de campo com a cultura de milho no Instituto Federal Catarinense - Campus Concórdia. O clima da região pertence ao clima subtropical úmido (Cfa), onde os meses mais frios (junho e julho) apresentam temperaturas médias em torno de 15°C e temperatura média de 23°C, segundo a classificação de Köppen. As chuvas são regulares e bem distribuídas, sem deficiências hídricas e com precipitações totais anuais acima de 1.500 mm e altitude de 569 m acima do nível do mar.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico de acordo com a classificação de solos descrita pela Embrapa (1999). A semeadura do híbrido simples Dekalb 240 foi realizada no dia 23 de outubro de 2009 e a colheita no dia 21 de fevereiro de 2010. O espaçamento entre plantas foi de 0,80 m com densidade de sete plantas m⁻¹. As práticas culturais realizadas foram: aplicação de herbicida com o princípio ativo nicosulfuron (sanson) e uso de adubação de cobertura realizado

apenas nos tratamentos que receberam fertilizante mineral, utilizando 64 kg ha^{-1} de ureia.

Os tratamentos constituíram-se de dois níveis de tecnologia quanto à aplicação de nitrogênio (70 e $140 \text{ kg de N há}^{-1}$) e dois tipos de fertilizantes (mineral e cama de aves de corte). A aplicação do fertilizante orgânico foi realizada sobre a superfície do solo, enquanto o mineral foi por incorporação na linha no momento da semeadura, simulando o que é feito a campo. A produção foi determinada coletando-se plantas consecutivas em dois metros lineares em duas linhas de plantio, totalizando $3,2 \text{ m}^2$ de área útil, e correção posterior de peso para a umidade padrão (13%).

A aplicação de fertilizante mineral obteve produtividades de 6.459 e 8.822 kg ha^{-1} para os níveis tecnológicos de 70 e $140 \text{ kg de N ha}^{-1}$, respectivamente, enquanto que o fertilizante orgânico com cama de aves de corte apresentou produtividade de 7.729 e 9.164 kg ha^{-1} para os dois níveis tecnológicos de nitrogênio. Pode-se verificar que o tratamento que apresentou maior produtividade foi com aplicação de $140 \text{ kg de N ha}^{-1}$ na forma de cama de aves de corte (Figura 2). O uso de cama de aves de corte apresentou maior rendimento para os dois níveis de N, com um incremento de 4% em relação à adubação mineral para o nível tecnológico mais elevado e de 20% para o menor nível tecnológico.

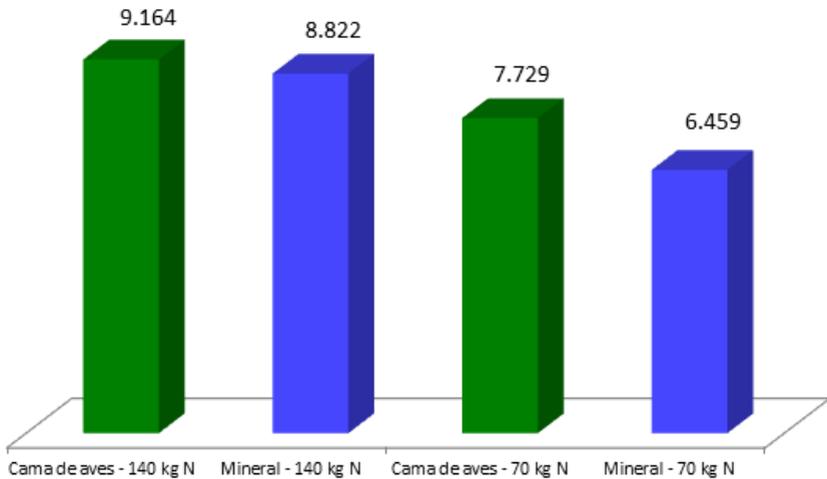


Figura 2. Produtividade do milho (kg/ha), segundo o tipo de fertilizante e a aplicação de N, Santa Catarina, safra 2009/2010

Valor fertilizante e mercado da cama de aves de corte

A cama de aves pode ter diversas utilidades, o que lhe confere valor econômico. Pode-se citar o seu uso como fertilizante do solo tendo em vista que incorpora NPK e outros nutrientes do dejetos das aves e, mais recentemente, o seu uso em biodigestores ou através de queima para geração de energia elétrica. Além disso, foi muito utilizada na alimentação de ruminantes, mas esta prática é proibida no Brasil desde 2004. Neste texto aborda-se apenas o seu valor fertilizante, mas destaca-se que cada vez mais há correlação entre os mercados de fertilizantes e combustíveis.

O valor fertilizante da cama de aves de corte pode ser mensurado a partir da sua concentração de nutrientes (geralmente considera-se apenas N, P e K) e do preço de mercado dos fertilizantes minerais. O valor de mercado do N é obtido a partir do preço da ureia (que contém 44% de N), o valor de mercado do P_2O_5 é obtido a partir do preço do superfosfato simples ou triplo (que contém 18% e 42% de P_2O_5 , respectivamente).

te), e o valor de mercado do K_2O é obtido a partir do preço do cloreto de potássio (que contém 60% de K_2O). Por sua vez, como apontado anteriormente, a concentração de nutrientes é obtida a partir da análise química da cama.

Tanto o preço dos fertilizantes quanto a concentração de nutrientes são muito variáveis, o que implica em uma variabilidade grande no valor fertilizante da cama de aves de corte. Por um lado, o preço dos fertilizantes difere entre as regiões e países produtores, além de sofrer mudanças ao longo do tempo geralmente associadas a variações no preço do petróleo e nas condições de oferta e demanda dos mercados internacionais de *commodities*. As diferenças de concentração de nutrientes ocorrem em função de mudanças nos sistemas de produção, genética, ração e manejo da cama.

Apresenta-se a seguir, na Tabela 3, uma estimativa do valor fertilizante da cama de aves de corte, em Santa Catarina, em novembro de 2010, para dois diferentes níveis de concentração de nutrientes. Verifica-se que o valor de mercado do fertilizante da cama de aves de corte varia, neste caso, de 145 a 236 R\$/t.

Tabela 3. Concentração de nutrientes e valor fertilizante da cama de aves de corte em Santa Catarina, Nov./2010

| Nutriente | Preço (R\$/kg) | Nutrientes (g/kg) | | Valor fertilizante (R\$/t) | |
|-----------|----------------|--------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| | | Baixa concentração | Alta concentração | Baixa concentração | Alta concentração |
| N | 2,16 | 25 | 35 | 55 | 76 |
| P_2O_5 | 2,64 | 19 | 40 | 50 | 106 |
| K_2O | 1,81 | 22 | 30 | 40 | 54 |
| Total | | | | 145 | 236 |

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de levantamento de preços Cepa/Epagri.

A apropriação do valor fertilizante por parte do avicultor na forma de renda monetária depende da disponibilidade de área agricultável e do impacto na produtividade agrícola, assim como da estrutura do mercado de fertilizantes orgânicos, das distâncias de transporte e da sua

competência em comercializar a cama.

Avicultor que não dispõe de área agricultável

O avicultor que não dispõe de área agricultável deve vender a cama para terceiros. Neste caso, a prática mais comum é a venda para estabelecimentos rurais vizinhos com área cultivada ou para empresas e cooperativas que processam a cama em fertilizante orgânico ou organo-mineral. Na região Sul verificou-se em 2010 um preço pago ao produtor entre R\$ 20,00 e 50,00 a tonelada. Este valor é bem inferior ao valor fertilizante estimado na Tabela 3 (uma redução de 66 a 92% do valor fertilizante).

Isto ocorre por vários motivos. Em primeiro lugar, porque se deve descontar o valor do frete (Tabela 4), que representa de 10 a 60% do valor fertilizante da cama de aves de corte. Além disso, há outros custos logísticos, administrativos e de comercialização que devem ser descontados do valor fertilizante, mas que não são apresentados neste texto.

Tabela 4. Valores de frete rodoviário de adubos e impacto no valor fertilizante da cama de aves de corte, Set. a Nov./2010, em R\$/t

| Distância (km) | Valor do frete (R\$/t)* | Peso do frete no valor fertilizante (%) | | Valor fertilizante descontado o frete (R\$/t) | |
|----------------|-------------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| | | Baixa concentração | Alta concentração | Baixa concentração | Alta concentração |
| 100 | 24 | 17 | 10 | 121 | 212 |
| 500 | 73 | 50 | 31 | 72 | 163 |
| 1.000 | 87 | 60 | 37 | 58 | 149 |

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de levantamento de preços Cepa/Epagri.

* Média dos valores de frete na região Sul.

Mesmo assim, o valor pago pela cama de aves de corte nos mercados do Sul do país é inferior ao seu valor fertilizante, descontado o custo de transporte, refletindo a estrutura deste tipo de mercado. O desafio do avicultor que tem excedente de cama em relação à sua área agricultável é tentar reduzir ao máximo a diferença entre o preço de venda da cama

e o seu valor fertilizante, seja através de um melhor conhecimento da concentração de nutrientes para melhor negociar valores, seja através da busca de um conjunto de compradores situados o mais próximo possível da propriedade avícola (encurtar distâncias).

Avicultor que dispõe de área agricultável

O avicultor que dispõe de área agricultável deve, preferencialmente, utilizar a cama em suas lavouras. Neste caso, poderá apropriar-se ao máximo do valor fertilizante. Os benefícios econômicos podem ser estimados com base no valor que deixa de ser gasto com fertilizantes minerais (descontada a perda de receita com a venda de cama para terceiros), além de potenciais impactos na produtividade agrícola.

Com base nos resultados para a cultura do milho no Estado de Santa Catarina, conforme apontado acima, observa-se que há uma redução de custos de 14 a 23% com a substituição de fertilizantes minerais por cama de aves, dependendo da aplicação de N (140 ou 70 kg de N ha⁻¹). Isto ocorre não apenas porque o fertilizante deixa de ser comprado para ser suprido pelo próprio agricultor mas, também, porque não é necessário realizar a adubação de cobertura com ureia. Por outro lado, ocorre um incremento de receita em função da maior produtividade, conforme já mencionado (Tabela 5).

O uso de cama de aves de corte em substituição ao fertilizante mineral representou um aumento de 83% no resultado dos cultivos de milho com 140 kg ha⁻¹ de N, equivalente a R\$ 507,00 por hectare, sendo que 82% deste ganho ocorreu em função da redução de custos e 18% em função do aumento da produtividade. Nos cultivos de milho com 70 kg ha⁻¹ de N, esse aumento foi de 183%, equivalente a R\$ 549,00 por hectare, sendo que 37% deste ganho ocorreu em função da redução de custos e 63% em função do aumento da produtividade (Tabela 5).

Tabela 5. Custos, receitas e margem de contribuição para a cultura do milho, Santa Catarina, Nov./2010, em R\$/ha.

| Itens de custo | 140 kg ha ⁻¹ de N | | 70 kg ha ⁻¹ de N | |
|----------------------------------|------------------------------|-------|-----------------------------|--------|
| | Mineral | Cama* | Mineral | Cama** |
| Adubo base (NPK ou cama) | 378 | 240 | 189 | 120 |
| Adubo de cobertura (ureia) | 280 | 0 | 140 | 0 |
| Demais insumos*** | 546 | 546 | 546 | 546 |
| Mão de obra e serviços mecânicos | 571 | 575 | 571 | 575 |
| Total dos custos variáveis (CV) | 1.775 | 1.361 | 1.446 | 1.241 |
| Receita bruta (RB) | 2.386 | 2.479 | 1.747 | 2.091 |
| Margem (RB - CV) | 611 | 1.118 | 301 | 850 |

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de Cepa/Epagri.

* Utilizou-se 6t/ha de cama de aves de corte.

** Utilizou-se 3t/ha de cama de aves de corte.

*** Inclui sementes, calcário, dessecante, herbicida e inseticida.

Vale ressaltar que os bons resultados agrônômicos apresentados pelo milho, bem como econômico, ocorreram em função da aplicação dos critérios técnicos abordados neste artigo para a utilização da cama de aves de corte como fertilizante orgânico, ou seja, sem prejudicar o ambiente.

A importância da cama de aves de corte para a renda do avicultor integrado

Os contratos de parceria são a forma predominante de organização da produção na avicultura brasileira. Nestes contratos, cabe à agroindústria arcar com cerca de 90% dos custos de produção do frango de corte (ração, pintos de um dia, transporte, serviço de apanha e assistência técnica), enquanto que o avicultor detém instalações e equipamentos e arca com cerca de 10% dos custos (calefação, cama, energia elétrica, mão de obra). O pagamento é feito com base no desempenho zootécnico dos lotes de frango entregues para abate (conversão alimentar e mortalidade). Esta divisão de tarefas apresenta a vantagem para o avicultor de reduzir sua exposição ao risco (sobretudo na variação do preço dos grãos), mas tem a desvantagem de gerar um rendimento

muito próximo (ou até abaixo) do custo de produção.

Por este motivo, é importante complementar o rendimento com a venda ou uso de subprodutos, como é o caso da cama. Observando as boas práticas de produção, um avicultor que possui um aviário convencional com 1.200 m² de área de galpão (predominante na região Sul), pode incrementar sua renda bruta. No caso analisado, em Santa Catarina, em novembro de 2010, pode-se observar um impacto de 8% a 47% na renda bruta (Tabela 6), dependendo da disponibilidade de área agricultável e da condição de mercado para a cama.

Tabela 6. Valor da cama e impacto na renda bruta do aviário, segundo a decisão de uso da cama de aves de corte, Santa Catarina, Nov./2010

| Decisão de uso da cama | Valor da cama (R\$/t) | Renda com a cama (R\$/Lote) | Participação na renda bruta (%)** |
|--|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Aplicação em lavoura de milho (140 kg de N)* | 125 | 2.740 | 47% |
| Aplicação em lavoura de milho (70 kg de N)* | 112 | 2.454 | 42% |
| Venda a terceiros ao preço máximo de mercado | 50 | 1.100 | 19% |
| Venda a terceiros ao preço mínimo de mercado | 20 | 440 | 8% |

Fonte: elaborado pelos autores

* Inclui a redução de custos com fertilizante mineral, aumento de produtividade e aumento de custo com distribuição da cama (mão de obra e maquinário).

** Considerado o valor médio da remuneração verificado na região Sul em 2010.

Referências

ANDREOTTI, M.; NAVA, I.A.; WIMMER NETO, L.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E. Fontes de nitrogênio e modos de adubação em cobertura sobre a produtividade de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) na "safra das águas". **Acta Scientiarum Agronomia**, v. 27, n. 4, p. 595-602, 2005.

AVILA, V. S.; ABREU, V. M. N.; FIGUEIREDO, E. A. P.; BRUM, P. A. R.; OLIVEIRA, U. **Valor agrônomo da cama de frangos após reutilização por vários lotes consecutivos**. Comunicado Técnico 466, 4p. 2007.

CASTRO, C. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; CARVALHO, J. F. de. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 495-502, 2005.

CHAGAS, E.; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G.; GUERRA, J. G. M. Decomposição e liberação de nitrogênio, fósforo e potássio de resíduos da cultura do feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 31, n. 4, p. 723-729, 2007.

CUNHA, J. F.; CASARIM, V.; PROCHNOW, L. I. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. **Informações Agronômicas**, n. 130, p. 1-11, 2010. Disponível em <[www.ipni.org.br/ppiweb/BRAZIL.NSF/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/4eac3d6afc6798af03257537007fac91/\\$FILE/Page1-11-130.pdf](http://www.ipni.org.br/ppiweb/BRAZIL.NSF/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/4eac3d6afc6798af03257537007fac91/$FILE/Page1-11-130.pdf)> acesso 28 de novembro de 2010.

DANIEL, T. C.; SHARPLEY, A. N.; LCMUNYON, J. L. Agricultural phosphorus and eutrophication: A symposium overview. **Journal of Environmental Quality**. v. 27, p. 251-257, 1998.

DELAUNE, P. B.; MOORE, P. A.; LEMUNYON, J. L. Effect of chemical and microbial amendment on phosphorus runoff from composted poultry litter. **Journal of Environmental Quality**. v. 35, p. 1291-1296, 2006.

EARHART, D. R.; HABY, V. A.; BAKER, M. L.; LEONARD, A. T. Cropping system and poultry litter effects on residual soil NO₃-N and P. **HortScience**, v. 31, p. 756, 1996.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412p.

Food and Agriculture Organization of the United Nation – FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/corp/statistics/en/>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

GAYA, J. P. Indicadores biológicos no solo como uma alternativa para o uso racional de dejetos de suínos como adubo orgânico. 2004. 140p. **Dissertação** (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. 2004.

MALAVOLTA, E. **Análise de terra - para que serve? In: Palavras do Professor**, 2007. Disponível em: <<http://www.malavolta.com.br/malavolta/malavolta6.html>>. Acesso em: 28 nov. 2010.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (eds). **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto**. Jaguariúna, Embrapa, p.109-141. 2000.

Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão Química e Fertilidade do Solo. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

OLIVEIRA, N. G.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. Plantio direto de alface adubada com cama de aviário sobre coberturas vivas de grama e amendoim forrageiro. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n.1, p. 353-385, 2006.

PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. **Nutrição Mineral de plantas e diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: FCAV, CAPes/ Fundunesp, 2008. 301p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais**. 9ª ed. São Paulo: Nobel. 1990, 154p.

RAIJ, B. VAN. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres; Potafos, 1991. 343p.

SEGANFREDO, M. A. **O impacto ambiental na utilização da cama de aves como fertilizante do solo**. 2000. Embrapa Suínos e Aves. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_j1k38l3q.html>. Acesso em: 2 fev. 2010.

SIQUEIRA, O. J. F.; SCHERER, E. E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; PATELLA, J. F.; TEDESCO, M. J.; MILAN, P. A.; ERNANI, P. R. **Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1987, 100p.

Sociedade Brasileira dos Especialistas em Resíduos das Produções Agropecuária e Agroindustrial - SBERA. Disponível em: <<http://www.sbera.org.br/pt>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

TEWOLDE, H.; SISTANI, K. R.; ROWE, D. E. Broiler litter as a sole nutrient source for cotton: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium concentrations in plant parts. **Journal of Plant Nutrition**, v. 28, p. 605–619, 2005.