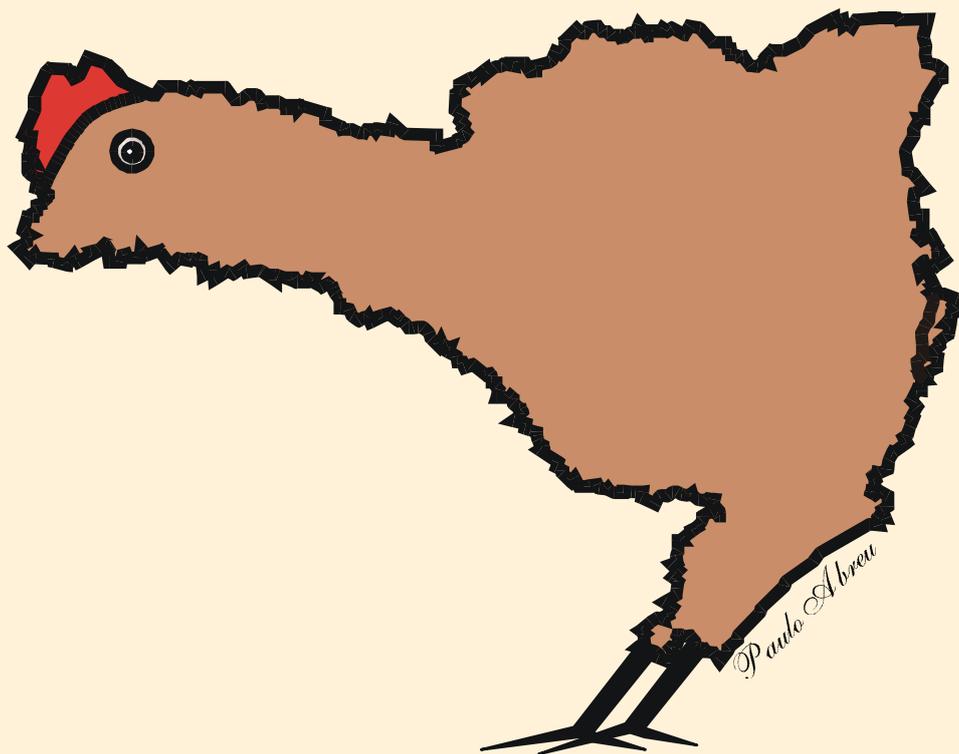


Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola

12 de abril de 2000 – Concórdia, SC

ANAIS



República Federativa do Brasil

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

Ministro da Agricultura e do Abastecimento: Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Diretor-Presidente: Alberto Duque Portugal

*Diretores: Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres*

Embrapa Suínos e Aves

Chefe Geral: Dirceu João Duarte Talamini

Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios: Paulo Roberto Souza da Silveira

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Paulo Antônio Rabenschlag de Brum

Chefe Adjunto de Administração: Claudinei Lugarini

Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola

12 de abril de 2000 – Concórdia, SC

Anais



Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:

Embrapa Suínos e Aves
BR 153, km 110, Vila Tamanduá
Caixa Postal 21
89.700-000 – Concórdia, SC

Telefone: (49) 442-8555
Fax: (49) 442-8559

Tiragem: 300 exemplares

Tratamento Editorial: Tânia Maria Biavatti Celant

SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA,
2000, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos
e Aves, 2000. 75 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos,
65)

1. Avicultura – produção – resíduos – congresso. I. Título.
II. Série.

CDD 636.51

ORGANIZADORES

Valéria M.N. Abreu
Helenice Mazzuco

COMISSÃO DE APOIO

- Cristiano Trombetta
- Dianir M. Formiga
- Gilberto Silber Schmidt
- Márcia Grapeggia
- Paulo Giovanni de Abreu
- Rosali S. Vanzin
- Sandra S. Schirmann
- Tânia M.B. Celant
- Tânia M.G. Scolari
- Vânia M. Faccio
- Viviane M. Zanella

AGRADECIMENTOS

A Comissão Organizadora agradece a colaboração das Áreas Técnicas e de Apoio Técnico e Administrativo que contribuíram para a realização deste evento.

PROMOÇÃO E ORGANIZAÇÃO

Embrapa Suínos e Aves

PATROCÍNIO

CNPq

APOIO

ELANCO
MERIAL
SADIA

APRESENTAÇÃO

Nos próximos anos a avicultura brasileira terá que encontrar respostas eficientes para a utilização ecologicamente correta dos resíduos da produção. O uso do esterco produzido nos aviários como fertilizante, prática corrente nas regiões produtoras do Brasil, possui limitações, já que o meio ambiente suporta até certo ponto o despejo de elementos como fosfato e nitrato.

Discutir o destino dos resíduos da produção é fundamental também do ponto de vista econômico. Prevê-se que os mercados mais importantes deverão dificultar a entrada de produtos oriundos daqueles países que não apresentarem uma produção avícola sustentada.

Durante esse evento serão apontados caminhos concretos para o tratamento e a utilização dos resíduos avícolas, buscando-se alternativas disponíveis para a convivência harmoniosa entre a avicultura e o meio ambiente.

A Comissão Organizadora agradece a todos os colaboradores, patrocinadores e palestrantes, que tornaram possível a realização desse evento.

A Comissão Organizadora

SUMÁRIO

Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental <i>Nelson F. Seiffert</i>	1
Controle de moscas e cascudinhos: desafios na produção agrícola <i>Doralice Pedroso-de-Paiva</i>	21
Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás <i>Jorge de Lucas Jr., Tânia M.B. Santos</i>	27
Utilização da cama de frango na alimentação de bovinos <i>Paulo Roberto Leme, Guilherme Fernando Alleoni, Eduardo Cavaguti</i>	44
Qualidade microbiológica e prevalência de Salmonella no processo de tratamento de efluentes de abatedouros avícolas <i>Nascimento, V. P., Salle, C.T.P., Moraes, H.L.S., Fallavena, C.B., Canal, C.W., Santos, L.R., Rodrigues, L.B., Leão, J.A., Pilotto, F., Neves, N., Nascimento, L.P.</i>	52
Poultry diet manipulation to reduce output of pollutants to environment <i>R.S. Gates</i>	63

PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE AVÍCOLA VISANDO QUALIDADE AMBIENTAL

Nelson F. Seiffert

Eng. Agr., D.Sc., Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

1 Resumo

Este artigo, baseado em dados de revisão de literatura e de pesquisa, destina-se a produtores e pessoas ligadas a avicultura. Tem por objetivo, suprir informações úteis ao manejo de resíduos da produção de aves de forma ambientalmente recomendável. Oferece orientações para a tomada de decisão, sobre o processamento e uso adequado da cama de aviários, de esterco, de efluentes de instalação de poedeiras e de aves mortas descartadas, dentro das recomendações da legislação ambiental.

Busca também, orientar o seu uso como fertilizante agrícola e as possíveis conseqüências detrimenais ao ambiente, à saúde humana, animal, que podem resultar do manejo inadequado destes materiais. Pelas restrições culturais do consumidor brasileiro, e restrições sanitárias envolvidas em seu uso inapropriado como alimento para outras espécies animais, este tema não é abordado no presente trabalho.

O Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves da Embrapa, localizado em Concórdia/SC, tem por atribuição, desenvolver tecnologia para a avicultura brasileira, com base em orientações ambientalmente recomendáveis. É esperado com isto, que a preocupação com a preservação ambiental e o bem estar humano, combinados com a capacidade de desenvolvimento tecnológico, venham a contribuir para a estruturação de uma avicultura inserida em harmonia dentro de nossa comunidade.

2 A importância do manejo dos resíduos gerados pela produção de aves

Práticas adequadas de manejo dos resíduos, são essenciais para que a indústria avícola cresça e se desenvolva sob as condições de restrições legais atualmente existentes. As operações de produção de frangos e poedeiras, além de carne e ovos, geram anualmente um grande volume de resíduos na forma de esterco, efluentes, camas de aves e aves mortas. O estrume que pode ser produzido por frangos e poedeiras, possui um teor de nitrogênio (N) suficiente, para fertilizar grande parte das áreas de cultivo de cereais conduzidas nas proximidades dos aviários, a um nível de aplicação de 90 kg/N/ha. O nível de fósforo (P) e potássio (K) contido no estrume, é mais do que suficiente para suprir as necessidades de cereais como o milho. Além de seu uso como fertilizante orgânico, para aplicação em sulcos a cultivos de cereais e distribuição a granel em pastagens, o esterco de aves pode ser usado em cultivos hortícolas, de fruteiras, florestas e como componente orgânico para composição de solo destinado a jardinagem.

Aves mortas, resultantes da mortandade natural, representam um volume considerável de carcassas que precisam ser processadas a cada semana. Os métodos aceitáveis para sua eliminação, são o enterrio em covas apropriadas, compostagem, enquanto que formas inadequadas incluem, o lançamento em buracos a céu aberto, deposição em áreas vizinhas, na superfície do solo, ou incluídas na alimentação de outros animais. Por estas razões, as operações em aviários, precisam dispor de um plano de manejo de resíduos bem definido, que permita que os produtores e a indústria, continuem a tirar proveito dos benefícios econômicos da produção, ao mesmo tempo que reduzam os riscos associados ao processamento, armazenagem, disposição e uso de resíduos gerados pelas instalações de confinamento de aves.

2.1 O poder poluente do esterco de aves

Resíduos de aviários apresentam o potencial de ser tanto um recurso como um poluente. Quando adequadamente usados apresentam riscos ambientais mínimos. Quando imprópriamente manipulados no entanto, podem degradar o ambiente e causar dificuldades para a condução da atividade junto a comunidade e para a imagem dos criadores. Seguir boas práticas de manejo de resíduos, é absolutamente essencial para o desenvolvimento da avicultura (Payne & Donald, 1993). Fontes poluidoras, derivadas do escoamento de águas superficiais e infiltração no lençol freático em áreas pecuárias e agrícolas de exploração intensiva, são as principais causadoras da degradação da água em áreas rurais (Seiffert, 1999). Os poluentes potenciais encontrados em esterco de aves que podem alcançar os corpos de água são, nutrientes minerais, substâncias que demandam oxigênio, materiais em suspensão e patógenos.

2.1.1 Amônia

A forma dominante de N orgânico no esterco de aves é o íon amônio (NH_4), que é convertido em amônia (NH_3) com a elevação do pH e sob condições de umidade. Esta amônia na forma de gás, difunde-se do esterco para a atmosfera pela volatilização, podendo conduzir a presença de elevados níveis do gás amônia no interior dos galpões de aviários e de poluição da atmosfera adjacente. A volatilização da amônia do esterco, pode causar diversos problemas, que incluem decréscimo no desempenho das aves, riscos a saúde dos operadores, poluição atmosférica e redução do poder fertilizante do esterco pela perda de N para o ar.

A amônia não ionizada (NH_3) dissolvida na água, pode ser tóxica para peixes, mesmo em baixas concentrações. A agência americana de proteção ambiental, estabelece um limite de 0,02 ppm de N na forma de NH_3 em águas, para proteção da vida aquática. O extravasamento de uma lagoa de contenção de um aviário de poedeiras, pode ter uma concentração de NH_3 que excede este limite em cerca de três mil vezes. O escoamento de água pluvial, de pastagens fertilizadas com excesso de esterco de aves, pode também conduzir a rede de drenagem concentrações elevadas de amônia (Krieder et al., 1992).

A ventilação controla a maioria dos problemas de amônia dentro do aviário, mas pode ser uma solução difícil no inverno e não minimiza a emissão de amônia para a atmosfera.

2.1.2 Nitrato (NO₃)

O maior contaminante da água do lençol freático é o N contido no nitrato, o N aplicado ao solo por adubações, pode ser convertido em nitrato, que é a forma preferentemente absorvida pelas plantas. Esta forma de N é solúvel em água, e facilmente transportada pela solução do solo, da zona das raízes para o lençol freático e daí para a rede de drenagem, onde pode contaminar suprimentos de água potável.

A aplicação de adubação com altos níveis de esterco de aves, resulta em elevadas concentrações de nitrato na água subterrânea. Concentrações de nitrato acima de 10mg/l em água de poços, são freqüentemente detectadas, em áreas onde se desenvolve a criação intensiva de aves. As concentrações mais elevadas, ocorrem em locais com produção intensiva de frangos e uso intensivo de esterco, e sob condições de solos arenosos, bem drenados.

2.1.3 Fósforo (P)

Um problema que ocorre, onde existe frequente aplicação de esterco de aves como adubo, é que a concentração no solo pode ultrapassar o nível máximo de P necessário ao desenvolvimento de plantas. A capacidade de adsorção de P pelas partículas do solo se torna saturada e o P passa a ser lixiviado, alcançando o lençol freático.

Os efeitos adversos, quando o esterco é aplicado em excesso, incluem: ocorrência de níveis excessivos de P, elevação da concentração de cobre, zinco e outros elementos químicos potencialmente tóxicos. O esterco pode conter altas concentrações destes elementos e sua adição contínua, pode trazer efeitos adversos a longo prazo sobre cultivos e efeitos colaterais a saúde humana. Tais problemas são mais freqüentes em áreas de solos arenosos.

O excesso de P, pode ser contornado através da rotação de cultivos de grãos com pastagens, produção de silagem e feno. Níveis excessivos de P não manifestam efeito adverso em cultivos de cereais, mas com o acúmulo crescente, o P poderá imobilizar micronutrientes como Fe e Zn, os quais no entanto, são abundantes na excreta de aves. O acúmulo de P no perfil do solo, pode levar a problemas de qualidade de água, embora seja fortemente adsorvido às argilas e migre apenas poucos centímetros para baixo no perfil, mesmo no caso de aplicações elevadas, efetuadas durante anos seguidos. Boas práticas de controle da erosão e de cobertura do solo são necessárias, para evitar que as partículas de solo e de matéria orgânica do esterco, com níveis elevados de P adsorvido, sejam transportados pela erosão, para a rede de drenagem. Em terreno declivoso, deverão ser reduzidos os níveis de aplicação nos períodos chuvosos, para prevenir o transporte de P para a rede de drenagem. A adoção de cultivos tampão em faixas (pastagens, silagem, feno, frutíferas), intercaladas com cultivos de cereais são também indicados.

2.1.4 Efeito sobre a qualidade da água

Resíduos de aves, podem afetar corpos de água superficiais (cursos de água, lagos, banhados, açudes) e subterrâneos (lençol freático, poços, aquífero). Estas ocorrências são mais freqüentes nas proximidades de instalações de confinamento de aves.

Os nutrientes como P e N contidos no esterco e resíduos de aves, podem alcançar corpos de água pela percolação da água ou arraste através do solo, pelo escoamento superficial de águas pluviais ou pela descarga direta de resíduos na rede de drenagem.

O fósforo é considerado como o componente de preocupação prioritário, com relação a seu potencial de eutrofização dos corpos de água superficiais. É considerado, que os níveis de P em corpos de água superficiais não deva ser superior a 0,05 mg P/l para cursos de água e 0,10 mgP/l para lagos e reservatórios. As pesquisas tem indicado altas concentrações de P em água de escoamento superficial de pastagens onde foi aplicado esterco de aves a níveis moderados. A maior parte de P encontrado na água de escoamento (80 a 90%) é solúvel em água e prontamente assimilável por plantas e algas (Moore 1996).

Sob condições de eutrofização, a atividade fotossintética das algas, eleva a concentração de oxigênio (O₂) dissolvido na água durante o dia, mas a respiração das plantas reduz novamente o oxigênio a noite e sob condições de dias nublados. A baixa concentração de O₂ dissolvido pode resultar na mortandade de peixes e ictiofauna associada. O impacto da baixa concentração de O₂ dissolvido na água, inclui a mortalidade de peixes, odor e sabor indesejáveis e aspecto estético desagradável. Os corpos de água nestas condições, podem se tornar anaeróbicos e produzir metano, aminas e sulfitos (Blake et al., 1990).

Materiais sólidos suspensos em efluentes de esgotos de aviários, podem levar a produção de baixos níveis de O₂ em corpos de água superficiais, pela redução da penetração da luz e conseqüente redução da geração de O₂ livre, através da fotossíntese de algas e plantas aquáticas. Materiais suspensos alteram o habitat de reprodução de peixes e da ictiofauna, alterando seu processo reprodutivo. A sedimentação destes materiais no fundo do canal dos cursos de água, interfere na vazão dos rios e reduz a capacidade de armazenagem de água em açudes e barragens. Além de causar prejuízos biológicos, físicos, químicos e estéticos, e mudança da cor da água, a remoção de materiais suspensos apresenta custos elevados indesejáveis.

Resíduos fecais de animais são uma fonte potencial de 150 doenças conhecidas. A disseminação de doenças deve-se ao fato de que toda a excreta de animais contém microrganismos. Estes incluem bactérias, viroses e parasitos. Alguns destes organismos são patogênicos (causam doenças) tanto para a espécie animal produzida como para espécies diferentes. Patógenos contidos na água, resultante da canalização de resíduos de aves para a rede de drenagem, podem infectar humanos através da água de consumo, contato com a pele e consumo de animais aquáticos. A presença de patógenos pode também causar reinfecção nos animais criados pelo avicultor (Walter et al., 1992).

Um suprimento de água que seja adequado ao uso humano, é também desejável para a dessedentação de animais, embora a água geralmente empregada para este fim não seja tão pura ou mesmo seja negligenciada. Os criadores precisam ser particularmente cuidadosos para que o suprimento de água para os animais não se torne contaminado pelos resíduos e efluentes da própria criação, seja por razões de saúde, como por restrições a qualidade do produto comercializado pelo criador. Cursos de água e açudes ao quais os bovinos tem acesso livre, são também potencialmente pontos de contaminação da água superficial (Seiffert, 1999).

2.1.5 Sulfeto de hidrogênio (H₂S)

O esterco armazenado em tanques ou lagoas, especialmente na forma líquida ou de lama pastosa (fundo de lagoas) podem gerar sulfeto de hidrogênio, que é um gás letal. O H₂S é um gás mais pesado que o ar, apresenta odor de ovos podres e pertence a classe de gases tóxicos. Causa dor de cabeças e tontura em concentrações de 200 ppm no ar, em exposição durante 60 minutos causa náusea, causa excitação em exposição por 30 minutos a 500 ppm, inconsciência e morte a 1000 ppm. Humanos e animais tem sido mortos por este gás, após terem adentrado tanques de esterco ou permanecerem em um tanque ou fundo de lagoa onde o esterco foi agitado. Embora seja produzido em pequenas quantidades pelo esterco, por ser mais pesado que o ar, vai concentrando-se nas partes baixas das instalações de tanques ao longo do tempo. Quando os tanques são agitados na preparação para bombeamento, o H₂S pode ser liberado do lodo. É indispensável dispor de ventilação forçada nestas condições (Barth et al., 1992).

3 Legislação ambiental

A legislação ambiental brasileira sofreu expressiva evolução a partir da Constituição de 1988 e prevê regulamentações para a prevenção da poluição do ar, água, proteção a mananciais, manejo adequado de resíduos e controle do uso de pesticidas (Machado, 1992; Conama, 1992; Brasil, 1988). Os controles e regulamentos relacionados a poluição do ar, água e manejo de sólidos, são de grande interesse para os produtores agropecuários e instituições como Embrapa, Serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural e Indústrias integradoras, que devem suprir orientação técnica aos produtores.

Como regra geral, os proprietários rurais, produtores e operadores, são responsáveis pela obtenção de licenciamento ambiental para o desenvolvimento de atividades rurais poluidoras, bem como obrigados a operar a produção, dentro de normas e regulamentações legais existentes.

Para assegurar que a produção ocorra dentro das melhores práticas de manejo, está previsto na constituição federal, que o estado, através das agências ambientais federais, estaduais e municipais, deverão manter pessoal capacitado, e conduzir ações de pesquisa, monitoramento, análise de variáveis para avaliação das condições físicas, químicas e bacteriológicas do ar, solo e da água, suprir informação, educação e assistência técnica aos produtores, para orientar práticas que minimizem riscos de degradação ambiental (Brasil, 1996; Machado, 1992; Brasil, 1988). Embora ainda insuficientes em sua estrutura institucional, tais agências devem ser buscadas pelos produtores, para obter orientações sobre adequação as exigências legais de sua atividade.

3.1 A responsabilidade das empresas integradoras

A indústria avícola desenvolveu-se em um empreendimento sofisticado de produção e marketing. Neste sistema, a produção contratual com produtores rurais se tornou mais centralizada. Com isto também, tais companhias se tornaram

mais visíveis ao público em geral. Embora economicamente mais eficiente, esta centralização se tornou mais visada, e portanto necessita ser mais cautelosa, pelos efeitos colaterais da degradação ambiental que causa, dentro da crescente perspectiva da conscientização ecológica. A empresa integradora é um alvo bastante visível para os advogados que mediam questões ambientais.

As decisões das empresas integradoras, exercem grande influência sobre o percentual de poluição das operações da avicultura, e a minimização dos problemas, passa por medidas como planejamento, monitoramento constante das ações dos agricultores, trabalho cooperativo com autoridades ambientais locais, regionais e manutenção de uma política de boa vizinhança. O planejamento prévio é necessário, para evitar a expansão da atividade em áreas ambientalmente sensíveis. Alguns indicadores de áreas sensíveis, estão ligados a áreas de mananciais que abastecem centros urbanos, solos arenosos ou com lençol freático superficial, proximidade de cursos de água e áreas urbanas, áreas de topografia forte ondulada (20% a 45% de declividade) a montanhosa (45% a 75% de declividade), e microbacias a montante de lagos e reservatórios.

Os funcionários das empresas integradoras que assistem aos produtores, precisam monitorar a forma como os produtores estão utilizando ou destinando o esterco produzido pelos animais. Isto pode fazer uma grande diferença e o contrato de produção com o agricultor, deve englobar cláusulas de proteção ambiental, que permitam a companhia estimular a adoção de medidas preventivas. Como as companhias são muito visíveis, não é prudente surpreender autoridades com problemas ambientais decorrentes da produção. Uma política de trabalho cooperativo local para a solução de problemas, tanto com autoridades como com vizinhos é vital, e soluciona a maior parte das dificuldades. Além disto, atualmente a área rural não é mais utilizada apenas por agricultores. Muitas pessoas que trabalham na cidade, adquirem áreas rurais para fins residenciais e de lazer, em busca de uma maior qualidade ambiental. Tendem a ser severos defensores da qualidade de vida rural (Burt, 1996).

3.2 Programa de capacitação ambiental

Um programa de manejo dos resíduos da avicultura, pode ser considerado como necessário a um programa de desenvolvimento econômico e ambiental regional, e precisa ser aceito pelos produtores, indústria, autoridades ambientais locais e educadores.

Tal programa, abrange a capacitação em manejo de resíduos, de acordo com as normas regulatórias atuais. Os produtores, para obterem licenciamento das atividades de criação, ou renovação de licença, podem ser solicitados a atender um treinamento anual sobre práticas de manejo de resíduos. Encontros anuais, regionais e locais, podem ser promovidos pelo serviço de assistência técnica, para atualizar e comprometer produtores, indústria integradora e representantes do poder público regulador, com relação a adoção de melhores práticas de manejo de resíduos.

A mescla de cursos de produção, com programas de proteção ambiental, tornam estas oportunidades de treinamento mais atrativas aos produtores, uma vez que ao mesmo tempo que melhoram sua competência econômica, são também instruídos em sua capacitação ambiental. Tais eventos, devem ser substancialmente apoiados pela

indústria. Isto estimula a adesão voluntária dos produtores a programas de controle ambiental, e a percepção de que precisam entender melhor as orientações legais de sua atividade.

3.3 Proteção ambiental

A poluição difusa é qualquer forma de poluição que se origina a partir de fontes dispersas, tais como escoamento superficial de água da chuva de glebas de cultivo ou da periferia de instalações de confinamento, descargas descontínuas de resíduos ou efluentes de áreas de operações da criação de animais, depósito, manejo e aplicação de fertilizantes, combustíveis e pesticidas.

Fontes de poluição pontuais, são aquelas que são identificáveis localmente como tubulações de esgotos ligadas a rede de drenagem, chaminés, depósitos de estocagem permanente de adubos, esterco, pesticidas. Resíduos de aves, como a maioria das fontes poluidoras de origem agrícola, atuam como fontes difusas de poluição. Sob certas condições no entanto, as instalações de confinamento de aves, como de poedeiras, por sua contínua produção de efluentes, pode ser considerada como fonte pontual de poluição.

Para obtenção de licenciamento, as instalações de confinamento precisam atender recomendações referentes a descarga de resíduos e efluentes, que possam afetar as condições da água dos corpos de água subterrâneos e superficiais. Via de regra, a criação de aves produz resíduos, que não podem ser canalizados para a rede de drenagem, devido a concentrações elevadas de poluentes em seu conteúdo. Descargas de resíduos e efluentes da avicultura deverão portanto, prever sistemas adequados de tratamento e uso dentro da propriedade, que previnam a contaminação do ambiente interno e de áreas vizinhas. Geração de odores e moscas, podem também criar demandas legais. Odores surgem de manejo inadequado de esterco e no caso de incineração de aves.

Os produtores de aves, precisam planejar e administrar suas operações de forma segura. Esterco de aves e aves mortas, se manejados inadequadamente, podem criar problemas ambientais e criar riscos para a saúde humana e animal. O desenvolvimento de um plano de manejo de resíduos, é um importante passo inicial para uma operação avícola ambientalmente responsável.

4 Plano de manejo de resíduos

Antes de entrar no negócio de aves, ou expandir as operações existentes, o produtor deve procurar a empresa integradora e as autoridades ambientais locais, para se informar sobre as exigências ambientais legais que orientam a sua atividade. Obterá com isto, dados importantes para a fase de planejamento do manejo ambiental dos resíduos da produção. O plano de manejo de resíduos é comumente constituído por cinco itens, zoneamento das instalações, manejo de esterco, manejo de aves mortas, emprego do esterco na fertilização do solo e controle de vetores de doenças. Planos específicos, sobre as estruturas a serem utilizadas e sua locação no mapa da propriedade, precisam ser incluídos.

4.1 Zoneamento de instalações

O crescimento da indústria de aves e sua expansão futura, dependem crescentemente de ordenações legais, dirigidas a preservação ambiental. Instituições e autoridades legais, das diferentes instâncias de nível federal, estadual e municipal, serão fonte crescente de regulamentações, que restringem atividades potencialmente poluidoras e deverão orientar sobre áreas preferenciais, onde podem ou não ser desenvolvidas atividades econômicas, inclusive a criação de animais em confinamento.

Critérios de zoneamento da atividade pecuária, variam bastante entre regiões e autoridades locais, e podem inclusive excluir atividades pecuárias em áreas sensíveis. Se as áreas de expansão da criação de aves, ainda não tiverem sido zoneadas, isto deveria ser previamente feito. O acoplamento da atividade, aos planos de desenvolvimento regional e local, irá auxiliar em manter seu direito de expansão e prevenção de conflitos legais, ligados a excessiva concentração de animais ou de sua proximidade com atividades incompatíveis.

Obviamente, o manejo e destinação dos resíduos da avicultura, são um dos critérios básicos, que precisam ser levados em consideração no zoneamento da avicultura e manutenção da qualidade ambiental das vizinhanças. É bom lembrar, que as áreas suburbanas e residenciais, tendem a crescer e se expandir mais rapidamente que a indústria de aves. Alocar instalações em suas proximidades, é assegurar conflitos em curto espaço de tempo. Critérios de manutenção de áreas verdes, preservação de mananciais, fixação do valor da terra e taxaço para licenciamento de atividades a nível municipal, são poderosas armas de apoio ao zoneamento e desenvolvimento de planos sustentáveis de expansão econômica e uso da terra (Brake, 1996).

Diversos fatores ligados ao espaço físico territorial da propriedade e região, podem influenciar o manejo de resíduos. Alguns dos fatores mais importantes, que deverão ser considerados na escolha de um local para implantação das instalações de confinamento e para a destinação do esterco, são: tamanho da área, distância das áreas de cultivo destinadas a aplicação de esterco, afastamento dos corpos de água, afastamento dos vizinhos, afastamento de áreas públicas, ventos dominantes, escoamento superficial de águas pluviais, tipo de geologia, solos e vegetação.

4.1.1 Disponibilidade de espaço físico

A disponibilidade de área é um dos mais importantes fatores relacionados ao manejo de resíduos. O produtor precisa ter acesso a espaço de cultivo suficiente, para distribuir o esterco dentro das recomendações de fertilização e carga de nutrientes demandados pelo solo e cultivos praticados.

Esta área necessita estar disponível, seja como sendo de posse do proprietário, ou colocada a disposição do mesmo por agricultores vizinhos, que desejam utilizar o esterco como fertilizante. Quando o produtor não dispuser de área suficiente para distribuir todo o esterco produzido anualmente, e depender de áreas de terceiros, deverá obter previamente acordos contratuais formais dos agricultores que irão absorver os resíduos, descrevendo as quantidades que serão consumidas anualmente. O produtor necessitará obter estes contratos previamente, antes de implantar o seu negócio de produção de aves. Todas as informações relacionadas

a tamanho das áreas, localizações, sistemas de cultivo e usos complementares fora da fazenda, precisam ser detalhados em um plano de manejo de resíduos do aviário. Não basta apenas o proprietário dispor de área. Quanto parte destas glebas estiverem localizadas a grande distância das unidades de confinamento de aves, a tendência será espalhar o esterco somente nas glebas mais próximas. Esta prática tende a sobrecarregar os solos das proximidades com nutrientes e causar sérios danos aos corpos de água subterrâneos e superficiais em suas imediações.

4.1.2 Afastamento de corpos de água, vizinhos e áreas públicas

Deve ser mantida distância adequada entre galpões, glebas onde for distribuído o esterco, locais de armazenagem de esterco, covas para o enterro de aves mortas, e os corpos de água, sejam poços, áreas de mananciais e corpos de água superficiais. Áreas de cultivo onde são aplicados resíduos e covas de aves mortas, devem ser locados no mínimo a 50 metros de distância de cursos de água, e à jusante de mananciais, fontes e poços. A locação de instalações de confinamento de aves, ou de áreas de cultivo, que irão receber esterco nas proximidades de vizinhos, é um convite a geração de problemas. Deve-se também, ter cautela na aplicação de esterco próximo a rodovias e áreas de acesso público.

4.1.3 Ventos dominantes

Os produtores deverão prestar atenção quanto a direção dos ventos dominantes. As instalações de confinamento, armazenagem de resíduos e áreas de aplicação de esterco, devem ser locadas de forma que, o vento dominante não se dirija deste ponto do terreno para áreas onde ocorrem concentrações humanas próximas. Deverá levar também em consideração, dados de previsão do tempo quando planejar distribuir esterco. O esterco deverá ser aplicado quando os ventos estejam previstos, para soprarem para longe de áreas sensíveis. Galpões de frangos, devem estar afastados da residência do produtor e operadores, não menos que 30 metros. Os ventos dominantes normais de verão e inverno, devem incidir de forma a transportar o odor e poeira para longe das residências. Os galpões e instalações de estocagem de esterco, deverão ser isolados de estradas e de vizinhos através de cortinas vegetais.

4.1.4 Escoamento superficial de águas pluviais

O movimento de águas pluviais pela periferia das áreas das instalações de criação de aves e armazenagem de esterco, afeta as atividades de manejo de resíduos. Covas de disposição de aves mortas mal localizadas, podem sofrer assoreamento precoce ou se tornarem inacessíveis durante dias chuvosos. Resíduos de rações, remédios, embalagens, lixo e solo descoberto, são também transportados pela água de chuva para os pontos mais baixos do terreno e rede de drenagem, afetando os cursos de água.

A drenagem superficial e subsuperficial no entorno de instalações da criação de aves, precisa ser avaliada com cuidado, bem como a drenagem dos caminhos e estradas de acesso, utilizados para deslocamento e transporte entre prédios. A drenagem da água de chuva dos telhados precisa ser controlada, para que possa ser

conduzida também para fora das áreas do entorno dos galpões. É recomendável, que o galpão seja construído sobre partes elevadas do terreno, o que facilita o escoamento da água superficial e subterrânea para fora dos aviários e áreas de estocagem de esterco e compostagem. A construção de valas e drenos periféricos, completa a estrutura de drenagem necessária para controlar o deslocamento das águas pluviais e de drenagem. Em áreas úmidas e terrenos baixos, é recomendável colocar nos aviários, locais de estocagem de esterco e composteiras, uma lâmina de polietileno (6 mm) sob o piso de concreto ou solo, para assegurar uma barreira entre a instalação e o subsolo adjacente. Águas pluviais e de escoamento superficial podem ser encaminhadas para a rede de drenagem quando não contaminadas, ou conduzidas para lagoas de contenção, quando misturadas com esterco.

4.1.5 Características geológicas, natureza do solo e vegetação

A profundidade e a natureza do subsolo rochoso existente na área de aplicação de esterco, apresenta elevada importância e deve ser levada em consideração. Se o subsolo rochoso for raso, a profundidade do sistema radicular de plantas pode ser limitada e se for fraturado, nitratos e bactérias podem se deslocar facilmente através de fraturas para o lençol de água subterrânea. Solos rasos (< 50 cm profundidade) com subsolo rochoso impermeável, declivosos (> 45% declividade), com lençol freático superficial, com grande variação sazonal do lençol freático ou problemas de drenagem, geralmente tornam o terreno inadequado, tanto para a aplicação de esterco, como para a disposição de aves mortas (Seiffert & Perdomo, 1998).

O produtor deverá avaliar a condição física e química das áreas de solo utilizadas para a distribuição de esterco e nos locais de instalação de covas utilizadas para a deposição de aves mortas. Fatores tais como profundidade, declividade, textura e retenção de água, podem determinar se a localização é favorável para a atividade de manejo de resíduos. Solos arenosos rasos (< 50 cm profundidade), ou com subsolo rochoso tem uma capacidade mais limitada de absorver nutrientes e contaminantes potenciais, do que solos argilosos profundos (> 100 cm profundidade). Adicionalmente, substâncias solúveis como nitrato, podem rapidamente ser lixiviados através da percolação da água no perfil do solo e ser conduzido para o lençol freático e daí para a rede de drenagem.

O tipo de plantas cultivadas nas áreas de aplicação de esterco, irá afetar a quantidade de nutrientes que podem ser canalizados, e conseqüentemente, a quantidade de área necessária para distribuição. A seleção do cultivo a ser utilizado, irá também determinar as épocas e o calendário de aplicação de esterco. Para maximizar a absorção de nutrientes e reduzir o tamanho das áreas de aplicação, o produtor deverá considerar cultivos sucessivos de estação quente e estação fria.

4.2 Manejo de esterco

O propósito do plano de manejo de esterco, é assegurar que todo o esterco originado nas instalações do produtor, possa ser aplicado nos níveis recomendados, nas áreas de cultivo disponíveis. A locação e o tamanho das glebas, deve ser considerada, juntamente com as exigências de nutrientes dos sistemas de cultivo,

previstos para estes campos. Inclui também, um mapa das glebas que serão utilizadas para aplicação. Se for necessário uma área maior, o produtor precisa obter contratos formais com fazendeiros vizinhos, que irão assegurar o suprimento de áreas adicionais para aplicação do estoque de esterco gerado. O plano irá também oferecer detalhes, sobre os níveis de aplicação, época de aplicação e necessidade de complementação de fertilizantes comerciais, quando for o caso. Recomendações sobre a estocagem de esterco precisam também ser incluídas.

4.2.1 Coleta

Resíduos de aves são coletados de diversas formas, dependendo do tipo de aves, do tipo de instalações de confinamento e as necessidades dos produtores. Os métodos para recolhimento, armazenagem, tratamento e transporte podem afetar grandemente a sua qualidade como fertilizante agrícola. A coleta, refere-se ao método preliminar de contenção do esterco no seu ponto de origem. Os métodos incluem, fossas preenchidas com água locadas abaixo de gaiolas de poedeiras, sobre piso de concreto ou de terra abaixo de gaiolas de poedeiras e sobre o piso de terra em aviário de frangos. Nestes casos, a coleta e armazenagem de resíduos, ocorre de forma combinada em uma só operação. Calhas rasas sob gaiolas de poedeiras, são usadas temporariamente, sendo freqüentemente raspadas ou lavadas com jatos de água, que movimentam o esterco, e o conduz para uma fossa, tanque de estocagem ou lagoa de contenção.

4.2.2 Armazenagem

A armazenagem, refere-se ao emprego de estruturas de estocagem temporária, que incluem calhas, fossas, tanques de sedimentação, estocagem sobre piso de aviários ou estocagem em galpões cobertos.

4.2.2.1 Calhas e tanques de contenção em aviários de poedeiras

Calhas de concreto, locadas no piso de galpões de poedeiras, são usadas para conter resíduos na forma líquida ou de pasta fluida, por um determinado período de tempo. O produtor, deverá dimensionar as calhas para permitir um tempo de armazenamento de pelo mínimo 90 a 120 dias de retenção, para facilitar a operação de distribuição posterior do esterco a cultivos alternados, com ciclos de crescimento a cada 90/120 dias. O tempo de armazenagem, depende da localização da região de produção e do clima. As calhas podem apresentar entre 30 a 60 cm de profundidade, dependendo do período de armazenagem desejado. O esterco gerado, poderá ser transportado através de um distribuidor de esterco líquido, diretamente das calhas para a gleba de aplicação do fertilizante. Antes de definir o tamanho da calha, o produtor precisa considerar a capacidade do equipamento de aplicação e o número de viagens exigidas por ano para deslocamento e aplicação a lavoura. Vazamentos de bebedouros, escoamento dos telhados e outras fontes de adição de água, precisam ser adequadamente controladas, para prevenir o enchimento desnecessário das calhas, diluição da pasta fluida do esterco e dos nutrientes fertilizantes contidos no esterco, e a multiplicação inútil do número de viagens para deslocamento de uma massa fertilizante diluída para aplicação na lavoura.

Algumas desvantagens de calhas construídas no piso do galpão de poedeiras, incluem limitações de manejo, gases tóxicos e custos adicionais. Quando a calha ficar cheia, precisará ser esvaziada, independente das condições climáticas ou do calendário dos cultivos. Se o enchimento prematuro das calhas for problema, poderá ser necessário seu redimensionamento ou a adição de um tanque de contenção para abrigar o excesso efluente durante períodos críticos. Se não for bem manejado o resíduo pode se tornar seco, ou demasiadamente úmido e se tornar um meio de cultura para desenvolvimento de larvas de moscas.

A formação de gases tóxicos é uma preocupação de extrema importância. Durante a operação de bombeamento ou agitação do liquame na calha ou tanque, podem ser liberadas concentrações de sulfeto de hidrogênio em níveis letais para o ser humano. É absolutamente essencial adequada ventilação durante o processo de esvaziamento das calhas ou tanques de contenção. Estruturas de tanques de contenção em concreto, são de elevado custo se forem grandes e profundas, quando comparadas com tanques de contenção locados diretamente sobre solo escavado.

4.2.2.2 Tanques de sedimentação

Uma estrutura de concreto rasa, pode ser locada entre as instalações de confinamento de poedeiras e o tanque ou lagoa de contenção, para coletar sólidos precipitáveis e para reter material flutuante que se desloca no fluxo efluente das calhas. Um tanque de sedimentação típico apresenta 1,20 m de profundidade na sua parte mais profunda e possui um piso inclinado e largura suficiente para permitir o acesso facilitado de operadores e carregadeiras frontais. A parede situada na face mais profunda deverá apresentar fendas/perfurações, que permitam o fluxo da drenagem que dirige-se para o tanque de contenção. É recomendável a adoção de dois tanques de sedimentação paralelos, de forma que um tanque pode ser drenado e secado e seu depósito removido, enquanto que o outro permanece em operação. Os tanques de sedimentação são essenciais para estender a vida útil de lagoas/tanques de contenção. Sua desvantagem inclui custos adicionais de instalação e equipamentos de remoção, embora esta despesa inicial, auxilie o produtor a evitar custos posteriores de esvaziamento freqüente, de depósitos de sedimentos e lama, que irá se depositar nas lagoas de contenção.

4.2.2.3 Estocagem a seco em galpões de poedeiras

As gaiolas em galpões de poedeiras são mantidas acima do piso, a uma altura de 45 a 90 cm. A excreta das aves é lançada ao piso da instalação, que pode ser de concreto ou chão batido. Se as laterais do galpão tiverem paredes e ventiladores para circulação de ar, o esterco irá formar uma linha de depósito ressequido ao longo da construção. Quando lateralmente aberto e dispor apenas de ventilação natural, o esterco se tornará uma pasta semi fluida e toda água em excesso precisará ser controlada.

Excrementos depositados nesta forma, poderão permanecer armazenado no local por longo tempo e o número de remoções e transporte para a lavoura podem ser bastante reduzidos, pelo baixo conteúdo de água contida no esterco.

As desvantagens incluem, a possível poluição da rede de drenagem, pela diluição das fezes por excesso de água originada do vazamento de bebedouros, lavagem

por água da chuva movida pelo vento, que pode atingir as pilhas de esterco, transformando-o em material fluido. Problemas sérios de desenvolvimento de moscas, também podem ocorrer quando o esterco permanece com excesso de umidade.

4.2.2.4 Estocagem sobre o piso em galpões de frangos

A maioria dos frangos de corte e reprodutores, são criados sobre pisos de concreto ou de terra batida. Uma camada de 5 a 15 cm de maravalha, pó de serra e outros materiais é depositada como cama, antes que as aves sejam abrigadas na instalação. O esterco misturado ao material da cama, é removido a diferentes intervalos, dependendo das exigências do integrador, algumas vezes a cada lote ou uma vez por ano. Uma pequena quantidade de cama adicional pode ser adicionada ao aviário, na entrada de cada novo lote de animais.

A armazenagem de esterco na forma de cama de aviário é o método mais econômico para este tipo de criação. Entretanto, a qualidade da mistura irá depender do tempo de armazenagem, o método de remoção e se o material foi revolvido entre a saída e início de novos lotes de animais. O conteúdo de nitrogênio, irá elevar-se com o número sucessivo de lotes, e geralmente atinge o máximo após o quarto e quinto lote de aves. A quantidade de cama adicionada entre lotes, irá também afetar o conteúdo de nutrientes do material fertilizante final.

As desvantagens desta forma de estocagem, referem-se a restrições ao manejo de esterco e presença de materiais estranhos. A remoção da cama, é procedida usualmente de todos os galpões da fazenda na mesma época. Independente das condições climáticas, o resíduo precisa ser removido após a saída de determinado lote e encaminhado para armazenagem ou aplicação ao solo.

4.2.2.5 Armazenagem a granel e a seco

O sistema ideal de armazenagem temporária de esterco gerado pela produção de frangos, é amontoado sobre uma área coberta, estruturada sobre um piso de terra batida ou concreto. Grandes quantidades de esterco, podem ser armazenadas e mantidas secas nestas estruturas, possibilitando fácil manejo e a distribuição uniforme e programada à lavoura. É recomendável manter a instalação do depósito de esterco a uma distância não inferior a 30 m dos aviários, como medida sanitária preventiva.

Outra opção, é a deposição na forma amontoada em áreas descobertas e coberta por uma lâmina de polietileno (6 mm), ancorada com pneus usados. Os montes de esterco devem ser mantidos secos, para prevenir a geração de moscas, odores, perdas de amônia e para assegurar o manuseio e distribuição facilitados. O monte precisa ser alocado em locais elevados, bem drenados e distantes da rede de drenagem. Se for armazenado nestas formas por mais de um mês, o produtor deverá usar uma lona impermeável sob a pilha, para reduzir a percolação de nutrientes para o perfil do solo.

Estocagem temporária em montes, localizados próximo a lavouras, permite uma melhor utilização dos nutrientes como fertilizantes. Podem ser aplicados parceladamente durante a estação de crescimento, em vez de através uma aplicação única e densa, após a remoção do aviário. Esta prática, incrementa a produção em cultivos que recebem o fertilizante, ajuda a reduzir o potencial de contaminação da água subterrânea por nitratos e oferece ao produtor grande flexibilidade no manejo do

esterco. Cerca de 10% do nitrogênio contido na amônia do esterco pode ser perdido da cama de aviário estocada sob cobertura, após dois meses de armazenagem. A perda será menor se o esterco for armazenado sob uma cobertura de lona plástica menos permeável ao ar.

4.2.3 Tratamento de resíduos

O tratamento refere-se a qualquer sistema usado para reduzir o potencial poluente de resíduos, ou a alteração de sua composição original. Os sistemas de tratamento incluem lagoas de tratamento, compostagem e geradores de biogás. Sistemas de tratamento que envolvem aeração mecânica e tanques de oxidação, tem sido também propostos, mas devido ao custo elevado de instalação e operação, são pouco aplicados nas condições dos produtores em geral.

4.2.3.1 Lagoas de contenção e tratamento

Lagoas escavadas no solo, atuam como estruturas de contenção e tratamento do esterco produzido por aves poedeiras, e são dimensionadas e construídas, tendo em mente, um determinado tempo de armazenagem que oscila em 90 a 120 dias. São usadas em complemento a instalações de poedeiras, onde os efluentes e resíduos são canalizados para a lagoa, através de raspagem, lavagem e transporte através de canalizações. Deve ser calculado adicionalmente espaço na lagoa, para adição de água pluvial da área periférica.

Apesar deste espaço à mais para água da chuva, as lagoas são mais baratas do que a instalação de tanques de alvenaria cobertos. As maiores vantagens das lagoas, são uma menor necessidade de mão de obra para manipulação do esterco, e podem ser construídas a custos iniciais mais baixos.

Como desvantagens, as lagoas podem oferecer restrições de manejo. Quando apresentarem-se cheias, precisam ser esvaziadas, independente da época e condições de tempo. Podem também sofrer transbordamentos sob condições de precipitação abundantes, e contaminar a rede de drenagem. Necessitam também de remoção periódica de sedimentos e lama, depositados no fundo. O processo de decomposição biológica que ocorre em lagoas, não reduz todos os sólidos presentes no esterco de aves, os quais acumulam-se ao longo do tempo. Entre as restrições, citam-se ainda a geração de odores desagradáveis, mas que podem ser minimizados através de desenho adequado, construção e manejo das lagoas. Lagoas mal construídas, ou construídas em áreas de solos impróprios, podem apresentar problemas de poluição dos corpos de água (Watson, 1992).

Podem ser utilizadas dois tipos de processos em lagoas de contenção, aeróbio e anaeróbio. O processo aeróbio, decompõe o material orgânico sólido presente nos resíduos animais através da ação de microrganismos, que requerem oxigênio livre para seu desenvolvimento, e transformam os resíduos em compostos básicos, como água, dióxido de carbono, nitratos e sulfetos. Em uma lagoa aerada naturalmente, o oxigênio é suprido para bactérias e algas que proliferam na água por absorção direta do ar, através da superfície livre do líquido. As algas, utilizam o nitrogênio contido no nitrato gerado pelo processo bacteriano aeróbio, com ajuda da energia solar incidente. Este crescimento de algas, produz adicionalmente oxigênio, que é por sua vez utilizado pelas bactérias, que procedem a decomposição aeróbia da matéria orgânica.

Para disponibilizar suficiente área para absorção de oxigênio e para incidência de luz solar, as lagoas aeróbias precisam ser dimensionadas, em uma base de área de superfície livre. O dimensionamento dependerá do número e tipo de aves criadas. Para aves com peso médio de 2,3 kg, é necessário um mínimo de 0,1m² de área superficial por cabeça. São construídas, com profundidade de até 1,5m para assegurar adequada penetração de raios solares (Tyson et al., 1996). Lagoas aeróbias, produzem pouco ou nenhum odor. A aeração mecânica, pode ser também utilizada quando não se dispõe de área suficiente para construção, mas sua adoção é uma prática onerosa.

As lagoas anaeróbias, são o tipo mais comum. Bactérias anaeróbias não necessitam oxigênio dissolvido e podem viver na água a qualquer profundidade. O volume da água é o elemento que é usado para o cálculo de seu tamanho. Bactérias anaeróbias digerem matéria orgânica, e convertendo-a em dióxido de carbono, metano, amônia, sulfeto de hidrogênio e gases mercaptanos. O odor desagradável, gerado por lagoas anaeróbias, é causado pelo sulfeto de hidrogênio e gases mercaptanos, quando a lagoa é sobrecarregada com esterco. Quando bem manejada, tais odores não são prevaletentes. A locação de lagoas anaeróbias deve ser afastada de construções e deve-se situar na posição oposta a direção dos ventos dominantes.

Solos impermeáveis são mais adequados para reduzir a possibilidade de poluição de águas subterrâneas. Em solo permeável, a área basal da lagoa deve ser isolada através de lona plástica e outros recursos. As lagoas devem ser posicionadas nas parte mais baixas da propriedade, para facilitar a canalização dos efluentes dos aviários e situada a pelo menos 50 m de distância de poços e corpos de água. Águas de escoamento superficial da periferia das instalações e galpões, devem ser canalizadas para fora das lagoas de contenção e tratamento. As lagoas funcionam melhor, se o esterco for adicionado diariamente, ou com cargas o mais freqüentes possíveis. A limpeza diária, é também recomendada para prevenir a acumulação de resíduos ressecados na calha, o que torna a sua remoção difícil. Lavagens periódicas, com água sob pressão sobre o piso onde é depositado o esterco de aves poedeiras, e a condução para canalizações que transportam o liquame, são o método recomendado para a carga das lagoas. A lagoa deverá ser preenchida com água antes do início de seu uso no aviário.

Cerca de 70% do nitrogênio, pode ser perdido através da volatilização da amônia e imobilização pela sedimentação e aproximadamente 90% do fósforo irá sedimentar na lama de fundo da lagoa.

O tamanho de lagoas anaeróbias, depende do número e tamanho das aves criadas e devem ter pelo menos 2,0 m de profundidade, podendo chegar a 4,0 m. Deve ser construída uma taipa vegetada em torno da lagoa, com pelo menos 1,0 m de altura acima da superfície livre da água e com cerca de 2,5 m de largura, para facilitar o deslocamento de equipamentos sobre a taipa. O volume de lagoa anaeróbia necessário por ave de peso médio, em torno de 2,3 kg é de 0,424 m³ por ave (Tyson et al., 1996).

A acumulação de lama e sólidos que ocorre no fundo de lagoas, necessita remoção periódica. Acumulações maiores, ocorrem em lagoas anaeróbias. A lama de fundo pode ser removida através de bombeamento com equipamento de aplicação de esterco líquido. A não ser que seja conduzida para a lagoa água em excesso,

não ocorrerá extravasamento e a evapo-transpiração e perdas por infiltração, irão manter um nível estável, após o seu enchimento. Quando ocorrer excesso de líquido, este poderá ser removido por equipamento de bombeamento e aplicação de esterco líquido. É preferível efetuar a aplicação em épocas de tempo seco, para facilitar a infiltração no solo e evitar a sua lavagem para a rede de drenagem através da água da chuva.

4.2.3.2 Compostagem

Compostagem é um processo que converte uma forma de matéria orgânica, tal como esterco fresco de aves, cama de aviário, em um material quimicamente mais uniforme e com baixa presença de substâncias odoríferas, chamado húmus ou composto.

Comumente a compostagem é considerada um processo aeróbio (exige oxigênio), entretanto o processamento de esterco anaeróbiamente, depositado em uma pilha sem revolvimento, também é utilizado para formação de composto. Os ingredientes básicos para uma compostagem exitosa, são a existência de uma relação correta entre carbono e nitrogênio no material (cerca de 30 de C para 1 de N), um conteúdo adequado de umidade (40 a 50%) e um adequado suprimento de oxigênio para desenvolvimento das bactérias que irão processar a fermentação. A fonte de carbono, pode ser pó de serra, maravalha ou palha. Pelo fato de que a cama de aviário contém geralmente maravalha, o produtor não necessita em geral acrescentar material adicional como fonte de carbono.

Os microorganismos que atuam no processo de fermentação são termofílicos (desenvolvem calor no processo de fermentação), e podem causar uma elevação da temperatura da mistura, que pode atingir 80°C. Temperaturas consideradas normais situam-se entre 60 a 70°C. O produtor deverá monitorar a temperatura, para assegurar que o processo de compostagem esteja correndo normalmente.

O conteúdo de N do material original, pode sofrer uma redução de cerca de 40% através da compostagem. Isto pode ser uma vantagem, quando o produtor dispõe de espaço de lavoura limitado para aplicação de esterco, e necessita uma forma de ajuste dos níveis de aplicação de fertilização de N ao cultivo.

A compostagem reduz o peso, o volume e o teor de umidade do material original. Se o material for manejado adequadamente durante o processo de compostagem, o produto final, será uma mistura rica e uniforme de matéria orgânica, adequada para uso em jardinagem e viveiros de plantas.

Os métodos básicos usados para compostagem são o empilhamento e revolvimento em áreas abertas, em depósitos com ar forçado e compostagem em silos. O processo de mistura e revolvimento, é melhor efetuado com equipamento mecânico apropriado, embora possa ser efetuado de outra forma. O revolvimento em ambientes abertos, pode ser dificultado em regiões onde ocorrem precipitações freqüentes. Se as pilhas ficarem saturadas de umidade, perdem sua condição aeróbia e poderão gerar efluentes, que transportados pela água de escoamento superficial, podem afetar a água da rede de drenagem. A compostagem em áreas cobertas pode solucionar o problema.

4.3 Manejo de aves mortas

O plano para manejo de aves mortas, irá descrever o tipo e sistema a ser usado para destinação de aves resultantes da mortandade natural. Planos específicos, sobre as estruturas a serem utilizadas e sua localização no mapa da propriedade, precisam ser incluídos. O tamanho do plantel ou do lote, irá determinar o número e o volume de aves mortas que precisarão ser removidas e depositadas diariamente. Antes da escolha de um sistema de depósito, o produtor precisará conhecer o comportamento ao longo do ano e o nível de mortandade diária esperada. Para frangos, o nível de mortandade é particularmente alto nos últimos 7 a 10 dias do ciclo de produção.

Aves mortas, ocorridas sob condições de operação normais, podem ser depositadas de forma ambientalmente segura, de diversas maneiras. Estes métodos no entanto, não serão adequados para ocasiões de mortandade massiva, que estão associadas a choque térmico, falha no equipamento de climatização ou surto de doenças.

Depósitos revestidos com paredes de concreto, são instalados através de escavação e mantidos cobertos ao nível do solo. Suas dimensões geralmente são de 1,20 m a 1,80 m de largura, 1,20 m a 1,80 m de profundidade e 2,40 m a 3,60 m de comprimento. Uma capacidade volumétrica mínima de cerca de 3 m³ deverá estar disponível para cada aviário de 10.000 frangos e de 15 m³ para um plantel de 10.000 poedeiras. Dependendo do tamanho do plantel, mais de um depósito será necessário.

Em condições de solos rasos ou com lençol freático superficial, a estrutura deverá ser locada de forma que o terço superior situe-se acima da superfície do solo. Em qualquer caso no entanto, deverá ser amontoada terra em sua volta, e sobre a tampa, a uma altura de 0,5 m, o que previne o acesso de equipamentos pesados, que possam danificar o depósito. O montículo formado, deverá ser revestido com vegetação de gramíneas.

A tampa do depósito é construída em concreto reforçado, com uma cavidade de 25 cm de diâmetro, na qual é encaixado um tubo de pvc de 25 cm de bitola e 1,0 m de comprimento, o qual é mantido na posição vertical através da terra que envolve a tampa do depósito. O tubo é utilizado como porta de entrada, para introdução de aves mortas e deve ser coberto com um tampão removível.

O depósito é construído com paredes de concreto e piso aberto sobre a terra, e apresenta orifícios de cerca de 2 cm de bitola a intervalos regulares nas suas paredes laterais para escoamento de gases e efluentes. Deve ser mantida uma cerca no entorno do depósito para restringir o acesso de animais e pessoas estranhas. Embora estes depósitos, sejam de custo mais elevado que incineradores, não apresentam restrições ambientais, sua vida útil situa-se em torno de 8 a 10 anos, não tem custos de manutenção e raramente produzem odores indesejáveis.

Outra forma de tratamento de aves mortas é através da compostagem. Esta prática envolve a mistura de aves mortas com cama de aviário ou outra fonte qualquer de carbono (serragem, palha) e água, de acordo com as proporções em base de peso: cama de frango (2 a 3), carcassa de aves (1), palha úmida ou serragem (1/10) e água através de aspersão (1/2), Payne & Donald (1993). A água é adicionada para manter a umidade, mas sem a condição de saturação. Normalmente, um litro de água é adicionado para cada 2 kg de carcaças. Conforme avança a mortalidade, sucessivas camadas de material são adicionadas ao depósito. A temperatura tende a crescer rapidamente poucos dias após a deposição, devido a ação bacteriana,

podendo atingir 60 a 75°C. Quando a temperatura baixar, o material deve ser removido para um espaço em depósito adjacente. O revolvimento produzido por esta ação, introduz nova aeração no material, reiniciando a ação das bactérias e retomando a elevação da temperatura. Após o segundo aquecimento, repete-se a remoção para um terceiro espaço adjacente para repousar. O processo completo de fermentação toma cerca de 60 dias e o produto final é um material sem odor, esponjoso, semelhante ao húmus, com apenas uma pequena proporção de material sólido (ossos e penas) remanescentes, que pode ser utilizado como fertilizante agrícola.

As instalações de uma composteira devem ter as seguintes características: telhado, a cobertura assegura operação de compostagem ao longo de todo o ano, controla o excesso de umidade e percolação de nutrientes que podem contaminar a água do subsolo e rede de drenagem, piso de concreto, o que elimina a presença de ratos e previne a contaminação de áreas periféricas, paredes laterais de madeira ou concreto para facilitar a manipulação e contenção do composto. O tamanho da construção depende do tamanho do plantel, do custo anual das operações, manutenção e considerações ambientais.

4.4 Emprego de resíduos de aves como fertilizantes agrícolas

Os resíduos da produção de aves (esterco, composto, liquame/lodo de lagoas de contenção/tratamento) são empregados em sua maior parte como fertilizantes agrícolas orgânicos. Deve ser considerado, que os teores de nitrogênio, fósforo, cinzas e outros componentes importantes contidos no esterco de aves, pode variar significativamente entre lotes e origem dos resíduos. O primeiro passo no uso de resíduos de aves como fertilizante, é determinar a disponibilidade de nutrientes contidos, e os métodos empregados, são a análise de amostras do adubo a ser empregado, a estimativa do conteúdo de nutrientes a partir de tabelas e o uso de dados de consumo de rações, fornecidas às aves. A quantidade de esterco de aves a ser aplicada ao cultivo, está baseada primariamente na quantidade necessária de nitrogênio. No entanto, é preciso também calcular a quantidade de fósforo e potássio que deverão ser aplicados, para suprir as necessidades da lavoura à ser conduzida.

Os níveis de aplicação de esterco de origem animal, estão baseados usualmente nas exigências de nitrogênio dos cultivos, cujas informações estão baseadas em dados de pesquisa e as recomendações são em geral efetuadas a partir de dados de análise do solo.

Tradicionalmente, o esterco de aves tem sido aplicado em áreas de cultivo de cereais e pastagens. A expansão da avicultura, a elevação regional da densidade de aves e a expansão urbana, vem no entanto limitando as áreas disponíveis para este tipo de uso. Isto, tem levado à necessidade de se buscar novas áreas para destinação do esterco de aves, mais distantes de concentrações urbanas. Uma das alternativas, é seu uso na fertilização de plantações de frutíferas e reflorestamento, que se encontram em expansão.

Em geral, o esterco de aves é aplicado na primavera e verão. Esta é também a época do ano, em que ocorrem chuvas freqüentes e pesadas. Por esta razão, o produtor deverá observar a previsão do tempo quando planejar distribuir esterco. O esterco não deverá ser distribuído pouco antes da ocorrência de chuvas pesadas, para evitar que o escoamento superficial da água de chuva, venha a transportar os

nutrientes do esterco para a rede de drenagem. Adicionalmente, deve ser lembrado que não deve haver distribuição de esterco, em distâncias com afastamento menor que 30 m de pequenos cursos de água e 60 m de poços e áreas de mananciais.

4.5 Controle de vetores de doenças

Em avicultura, os principais vetores de doenças associados, são moscas e ratos. Diversas espécies de moscas que se criam no esterco de aves, podem criar problemas na área da fazenda e na comunidade vizinha, se o sistema de manejo de resíduos não for adequado. Com a expansão urbana sobre as áreas rurais, moscas que se dispersam a partir de instalações de confinamento de aves, podem se tornar um problema de saúde pública severo e causar demandas judiciais. A maioria dos problemas de moscas, ocorrem em aviários de poedeiras criadas em gaiolas, cujo manejo de excrementos, é mal conduzido. As moscas domésticas, são a espécie de ocorrência predominante no entorno de aviários, são disseminadores potenciais de doenças. Os produtores devem estar cientes, de que as moscas podem também se tornar um sério problema durante os meses de verão, se a cama de aviário é armazenada no campo em montes sem cobertura, o que favorece o umedecimento do esterco, e cria condições para seu desenvolvimento.

Fêmeas de moscas, normalmente não põe ovos em esterco com menos de 70% de umidade. Larvas não se desenvolvem bem em esterco com menos de 65% de umidade e o melhor nível de umidade para a pupa é de 40%. Esterco fresco de poedeiras apresenta 75% de umidade. O produtor deverá por isto, manter o esterco o mais seco possível, a não ser que utilize no galpão de poedeiras o sistema de calhas com fluxo de água sob as gaiolas.

O manejo apropriado de esterco é planejado para prevenir a reprodução de moscas. Quando o esterco pode secar rapidamente, ou quando é liqüefeito imediatamente após sua deposição em calhas com água, não produz moscas. A distribuição do esterco ao solo no processo de adubação, em camadas finas, causa a morte de ovos e larvas pelo ressecamento. A aplicação em camadas desiguais e espessas, onde as moscas podem efetuar a postura, podem desenvolver uma nova geração de moscas no campo, quando ocorrem chuvas freqüentes. A incorporação do esterco ao solo após o seu espalhamento é o melhor caminho para quebrar o ciclo de desenvolvimento.

O controle de ratos, dentro e nas imediações de instalações de aves, é de importância vital. Ao lado de constituírem uma presença repugnante, causam danos às instalações e são potencialmente transmissores de doenças, que podem ser transmitidas a animais e seres humanos.

5 Referências bibliográficas

BARTH,C.,POWERS,T., RICKMAN,J. Agricultural waste characteristics, In: Krieder,J. N. & Rickman,J,D,Agricultural Waste Management Field Handbook, Washington, U.S.D.A .Soil Cons.Service, 1992, Cap4, p 1-23.

- BLAKE, J.P., DONALD, J., HAIRSTONE, J.E. Preventing ground and surface water contamination by poultry waste, Alabama, Poultry Science, Auburn Univ. DTP Circular 11/90-010, 4p.
- BRAKE, J.D. Zoning for animal agriculture : a proactive stance, In: 1966 National Poultry Waste Management Symposium, Auburn, Auburn University, 1996, p33.
- BRASIL. Senado Federal, Agenda 21: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Brasília, Senado Federal, 1996, 591p.
- BRASIL. Constituição: República Federativa do Brasil, Brasília, Câmara dos Deputados, 1988, 160p.
- BURT, J.P. Company involvement in emerging environmental issues: Federal perspectives, In: 1966 National Poultry Waste Management Symposium, Auburn 1996, Auburn University, p7.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resoluções do Conama, 1984/91, Brasília, Ibama, 1992, 4ªEd, 245p.
- KRIEDER, J.N., JONES, D.A., STETTLER, D. Laws, regulations, policy and water quality criteria, In : Krieder, J,N, & Rickman, J,D, Agricultural Waste Management Field Handbook, Washington, USDA Soil Cons. Service, 1992, p 1-18.
- MACHADO, P.A.L. Direito ambiental brasileiro, São Paulo, Malheiros, 4a.Ed, 1992, 606 p.
- MOORE, P.A.Jr. State of art in ammonia and phosphorous issues, In: 1996 National Poultry Waste Management Symposium, Auburn, Auburn University 1996, p 155.
- PAYNE, V.W.E. & DONALD, J.O. Poultry Waste management and environmental protection manual, Alabama, Auburn University, 1993, Circular ANR-580, 50p.
- SEIFFERT, N.F. Agropecuária e poluição dos recursos hídricos na região oeste de Santa Catarina, In: VII Congresso Brasileiro de Limnologia, Florianópolis, 18-22 Julho 1999, UFSC (prelo).
- SEIFFERT, N.F. & PERDOMO, C.C. Aptidão de solos da bacia hidrográfica do Rio do Peixe para aporte de fertilizantes orgânicos, Concórdia, Embrapa/Cnpsa, CT/230, out 98, 6p.
- TYSON, T.W., BLAKE, J.P., DONALD, J.O. Planning and managing lagoons for poultry layer waste treatment, Alabama, Alabama Cooperative Extension System, Circular ANR-97, 1996, 8p.
- WATSON, H. Lagoons for animal waste disposal poultry byproduct management, Alabama, Alabama Cooperative Extension Service, Auburn University, 1992, 4p.
- WALTER, M.F., PAYNE, V.W.E., POWERS, T. Agricultural Waste and Water, Air, and Animal Resources, In: Krieder, J,N & Rickman, J,D, Agricultural Waste Management Field Handbook, Washington, USDA Soil Cons. Service, 1992, p 3, 1-23.

CONTROLE DE MOSCAS E CASCUDINHOS: DESAFIOS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Doralice Pedroso-de-Paiva

Méd. Vet., D.Sc., Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Os produtores de frangos e de ovos podem estar cansados de ouvir a respeito dos problemas causados por pragas como besouros e moscas, sem contar os roedores (camundongos e ratos) e pássaros. Para eles há tanto a fazer no dia-a-dia e que parecem mais importantes! Há, cada dia, mais e mais coisas a fazer rotineiramente e, o controle dessas pragas é uma delas. No momento que se descuida dessa atividade, surge, no caso das moscas, uma população tão grande, como se houvesse uma fábrica e a propriedade se torna distribuidora delas para vizinhança.

Daí a importância de se manter na propriedade um programa integrado de controle dessas pragas, utilizando todas as técnicas existentes para seu controle. Essa integração compreende a utilização de medidas de controle cultural através de técnicas de monitoramento da população das pragas e conhecimento do comportamento das pragas; medidas de controle mecânico, que envolvem desde detalhes de construção, manejo de resíduos e práticas sanitárias e, ainda, medidas de controle químico pelo conhecimento dos produtos a serem aplicados, do melhor momento para sua aplicação, da quantidade a ser usada, não só para prevenir perdas por impedir uma explosão da população da praga, mas que seja economicamente eficiente para o produtor.

É necessário para isso, primeiro, identificar todos os elementos que envolvem o aparecimento de uma praga na propriedade. Ou seja, é necessário saber: qual é a praga, onde é encontrada ou criada, qual o seu ciclo de vida, quais as práticas de manejo da propriedade que estão ajudando a desenvolvê-la, quais as formas de monitorar sua população, quais as técnicas existentes para seu controle, no caso de uso de controle químico, até quando se pode usar um produto sem desenvolver resistência?

Vamos analisar alguns destes itens. Começando por rever o ciclo de vida, as espécies e o comportamento de duas pragas da avicultura:

O ciclo de vida da MOSCA doméstica, passa por quatro fases:

Ovo: precisa de um período de 8 a 12 horas para eclodir, dependendo da temperatura. Em temperaturas de congelamento pode aumentar esse período para até 50 horas.

Larva: sofre três mudas de pele antes de formar o casulo, em 3 a 6 dias (em climas frios pode levar quase um mês. Pode sobreviver a zero graus por vários dias. Alimenta-se vorazmente de resíduos orgânicos. Respira através de aberturas existentes nas laterais e na extremidade posterior do corpo. Necessita de umidade mas não sobrevive no substrato coberto com água.

Pupa: Formada pela desidratação (ressecamento) da pele da larva de 3º estágio, tem forma oval regular e coloração castanha. Em 3 a 6 dias dará origem ao adulto (21 dias em climas frios).

Adulto: Vive por 25 a 35 dias. A fêmea inicia a postura aos 3 a 4 dias de vida e após o acasalamento e põe de 100 a 150 ovos de cada vez, podendo fazer até seis posturas durante a vida.

Espécies de moscas que se criam nos resíduos de aviários:

No esterco de poedeiras e de cama de aviário criam-se principalmente as moscas domésticas (*Musca domestica*) além de varejeiras (califorídeos e sarcófagídeos), todas moscas nocivas. Estas últimas criam-se principalmente no esterco bem molhado pelo vazamento de bebedouros e nos ovos quebrados e de casca mole que caem no esterco, assim como em carcaças (em fossas mal vedadas).

Criam-se também espécies predadoras, que fazem um controle biológico natural, como as moscas de jardim (Sirfídeos), mosca soldado (*Hermetia illucens*) e a mosca do lixo (*Ophira aenescens*), que se alimentam de ovos e larvas das outras moscas.

Comportamento das moscas:

As moscas buscam alimento não só nos aviários mas são atraídas por odores de preparo de alimentos das residências vizinhas podendo se tornar um grande incômodo, com demandas judiciais.

Só conseguem se alimentar de líquidos e para ingerir alimentos sólidos regurgitam sobre eles o conteúdo do papo. Liquefeito o alimento, suga-o armazenando no papo para depois voltar a sorvê-lo para digerir. Desta forma transmite a maior quantidade de agentes patogênicos pois visita todo tipo de material para sua alimentação. Embora tenham capacidade de vôo de até cinco quilômetros, a maioria das moscas criadas no esterco permanece no mesmo local, por ter alimento e substrato de postura. Poucos elementos abandonam o local em comportamento de preservação das espécies.

Observada uma grande população de moscas em uma propriedade pode-se ter certeza de que ali há uma falha no manejo de resíduos que está permitindo sua criação.

O ciclo de vida do Cascudinho:

Ovo: centenas de ovos são postos, em grupos, na cama do aviário ou no esterco, durante a vida da fêmea. A eclosão ocorre em 3 a 10 dias, em temperaturas de 18 a 40 °C.

Larva: Sofre de 6 a 10 mudas durante uma vida de 3 a 200 dias. A larva de último estágio penetra no solo, ou aprofunda-se na cama, junto ao piso de concreto ou em frestas, para empupar.

PUPA: De coloração esbranquiçada, sua forma lembra a do adulto, podendo-se notar os contornos de olhos, asas, etc. O adulto emerge em 4 a 14 dias.

ADULTO: De coloração castanha a preta, dependendo da espécie, pode viver mais de um ano. As fêmeas iniciam a postura em 6 a 10 dias após o acasalamento.

Espécies e características externas:

Da família Tenebrionidae, cerca de 2900 espécies ocorrem na região tropical da América. No entanto, somente poucas espécies são problema para os avicultores. Dessa família, as espécies que melhor se adaptaram aos aviários foram o *Alphitobius diaperinus*, *A. piceus* e *Tribolium sp.* Da Família Dermestidae o *Dermestes maculatus* é o mais comum. Todos estes devem ser diferenciados dos Histerídeos, como o *Carcinops pumilio*, que são predadores de *M. domestica*.

Família	Espécie	Cor	Tamanho (mm)	
			Adulto	Larva
Tenebrionidae	<i>Alphitobius diaperinus</i>	Preta ou parda escura	5	19 a 20
	<i>A. piceus</i>	Preta	-	-
	<i>Tribolium sp.</i>	Parda	5	-
Dermestidae	<i>Dermester lardarius</i>	Preta marrom base élit	6	-
	<i>D. maculatus</i>	Castanha	2 a 10	8
Histeridae	<i>Carcinops pumilio</i>	Negra brilhante	10	-

Comportamento dos cascudinhos:

São espécies que se alimentam de fezes, carcaças, fungos e de grãos e farinhas armazenadas.

Apresentam fototropismo negativo e durante o dia abrigam-se sob a superfície da cama ou sob os equipamentos (comedouros, principalmente) ou junto a colunas e paredes. À noite tornam-se mais ativos, movimentando-se dentro e fora do aviário, sendo o momento em que voam de um aviário para outro. São atraídos por luz ofuscante.

Por que controlar?

As medidas de controle têm por objetivo proteger as aves do principal problema ocasionado por essas pragas: a transmissão de doenças.

Pesquisas demonstraram que as moscas transmitem agentes patogênicos como: *Salmonella pullorum* (Gwatkin & Mitchell, 1944); *Salmonella typhimurium* (McNeil & Hinshaw, 1944); *Pasteurella multocida* (Skidmore, 1932); *Erysipelothrix rhusiopathiae* (Wellmann, 1950); *Staphylococcus sp.*, cólera e outras bactérias entéricas, oocistos de protozoários, viroses. Transportam mecanicamente ovos de helmintos e servem de hospedeiro intermediário de tênias (*Hymenolepis carioca*, *Raillietina cestticillus*, *Choanotaenia infundibulum*).

Os cascudinhos também são portadores e vetores de agentes patogênicos devido, principalmente em seus hábitos de alimentação. Desta forma, podem transmitir: aspergilose, coccidiose, bacterioses (*E. coli*, *Salmonella spp.*, *Bacillus*, *Streptococcus sp.*), viroses (leucose, Marek, New Castle, Reovirus, Rotavirus, Enterovirus), Parasitoses (*Hymenolepis carioca*, *H. cantiana*, *Choanotaenia infundibulum*, *Raillietina cestticillus*, *Heterakis gallinae* - este transmissor do protozoário *Histomonas meliagridis* causador da doença "cabeça negra dos perus", etc.). Ao se alimentarem de animais mortos e moribundos aumentam a possibilidade de atuarem como vetores mecânicos de agentes patogênicos. Mais, ainda, por se alimentarem também da pele de animais fracos e doentes aumentam a debilidade dessas aves.

Em ambos, cascudinhos e moscas, o incômodo para os trabalhadores dos aviários e a possibilidade de se tornarem praga na vizinhança, principalmente quando a cama é usada na lavoura, reforça a importância de seu controle.

Em regiões frias, onde os aviários são climatizados e as paredes recebem revestimento de material sintético, os cascudinhos causam problemas pela formação de túneis, na busca de local para pupação.

Medidas de controle

MOSCAS: Controle mecânico

Essas medidas têm como objetivo manter o esterco seco e manejar corretamente os outros resíduos, impedindo a proliferação das moscas.

1. Em aves de postura, o uso de gradeado de madeira sob as gaiolas facilita, além da secagem, também a remoção do esterco (tábuas de 5 cm de largura apoiadas sobre traves colocadas a cerca de 15 cm do solo). Onde o uso desse recurso não é possível (gaiolas com pés de barras de ferro ou muito próximas do solo) a vigilância sobre a qualidade do esterco deve ser maior.
2. Diariamente deve-se verificar o esterco para identificar pontos de vazamento dos bebedouros, encanamentos e, ainda, outras possibilidades de causas de umedecimento do esterco. As medidas corretivas devem ser imediatas, evitando situações de criação de moscas que serão mais difíceis de contornar. Considere-se que, se for permitido o nascimento de uma grande quantidade de moscas, após a tomada de medidas de controle mecânico, a população de adultos só será eliminada com uso de produtos químicos ou após o tempo de vida desses insetos (de 20 a 45 dias). Essa vigilância deve ser feita por operário que esteja continuamente nos aviários. A secagem do esterco pode ser obtida espalhando a parte molhada sobre o esterco seco, ou colocando cal nesse ponto, impedindo dessa forma a instalação de larvas e diminuindo o custo do controle.
3. Nos aviários em que o terreno ao redor está no mesmo nível do esterco, avaliar a possibilidade de ser feito um valo para que os respingos da goteira do beiral não molhem o esterco ou o rebaixamento de nível de todo o corredor entre os galpões.
4. A vegetação ao redor dos galpões deve ser mantida baixa, pois facilita a ventilação. Só se deve permitir vegetação de grande porte como barreira mecânica entre um grupo de galpões e outro.
5. Em aviários de frangos de corte deve-se ter cuidado com os "cascões" retirados quando do vazamento de bebedouros. Este material deve ser mantido sob lona plástica por 30 dias para fermentação.
6. A cama dos frangos ao ser retirada do aviário deve ser mantida coberta pelo mesmo período. Se estiver muito seca deve-se acrescentar água para estimular a fermentação e conseqüente estabilização do resíduo pois pode ser atrativa para postura das moscas ao ser molhada pela chuva quando levada à lavoura, mesmo que tenha ficado sêca durante meses sob um telheiro.
7. A conscientização dos empregados da granja, obtida pela transmissão de conhecimentos na área de controle de insetos, permite um trabalho contínuo com resultados satisfatórios. Essa educação deverá ser contínua dada a rotatividade da mão de obra.

Controle biológico e químico

1. O controle biológico pode ser estimulado deixando-se parte do esterco na retirada feita durante o período de produção (em geral com 46 semanas), ou colocando uma camada de esterco velho (com cascudinhos e outros predadores) no início de um novo lote. O uso de serragem no início do lote também facilita a colonização por predadores.
2. No controle químico, o uso de produtos adulticidas (que matam moscas adultas) deve se limitar a aplicações nos locais onde a presença de moscas é indesejável. Evite borrifar ou polvilhar produtos adulticidas diretamente no esterco pois isto irá matar insetos benéficos (predadores). Aplicando erroneamente o inseticida sobre o esterco, uma única vez, tem-se que usar inseticidas muitas e muitas vezes para matar moscas adultas.
3. O uso de larvicidas administrados via ração deve ser racionalizado para evitar o desenvolvimento de resistência. Como os problemas de criação de moscas ocorrem quando o esterco demora a secar, ou seja, em épocas de chuvas, no início de lote e na fase de muda (forçada ou natural), o produto deve ser estrategicamente utilizado só nesses períodos e se prolongar até que sejam formadas as pirâmides de esterco, demonstrando a secagem do material que impossibilita a criação de moscas.

Controle mecânico em carcaças de aves e resíduos de ovos

1. O manejo das aves mortas pode ser feito em fossas, quando o perfil de solo for profundo e permita essa prática. Não se deve usar desinfetantes nas fossas pois o processo de decomposição é prejudicado pela ação desse tipo de produto, demorando mais do que é necessário. As bactérias e fungos que atuam decompondo as carcaças são mortos por esses produtos e, enquanto estiverem ativos os desinfetantes, o processo de decomposição ficará parado. Quanto mais rápido esse processo ocorrer, mais rapidamente poderá a fossa ser reutilizada, evitando que novas fossas tenham que ser abertas. O controle dos maus odores pode ser feito com o uso de tampa de zinco com canaleta de isolamento, contendo óleo queimado. A tampa feita em zinco galvanizado é de fácil manejo e bastante resistente. A própria localização da tampa pode ser deslocada para a lateral da cobertura de concreto, facilitando o manejo.
2. Os restos de ovos podem ser destinados a fossas cobertas ou trabalhados com as carcaças de aves mortas, em fossas ou em compostação.
3. A compostagem de carcaças pode ser uma alternativa viável na granja. Seu manejo requer constante cuidado mas os resultados são compensadores pois o resíduo pode ser utilizado como adubo em áreas de reflorestamento.

O processo usa a simples mistura de esterco seco de aves, carcaças de aves e uma fonte de carbono adequada, como a maravalha da cama de aviário, ou capim seco, ou grimpas de pinus, ou palhada de qualquer cultura (feijão, etc.). A água é adicionada em quantidade suficiente para manter o material úmido pois a mistura nunca deve ficar saturada de água. Composição do material a fermentar: 57,7%

cama, 38,5% aves mortas, 3,8% palha. Tempo de fermentação: 2 períodos de 10 a 14 dias. Temperatura da massa: cerca de 70 °C. Umidade: 45 a 55%. Se aparecer mau odor, com umidade normal, mexer para acrescentar O₂; com excesso de umidade, acrescentar cama e mexer. É importante monitorar a temperatura. Manutenção da estrutura: a estrutura da composteira deve ser inspecionada no mínimo duas vezes ao ano, quando a construção estiver vazia. Deve ser feita a reposição de qualquer parte de madeira ou de alvenaria danificada. A estrutura do telhado deve ser examinada para manter a integridade da estrutura.

CASCUDINHOS:

Controle Mecânico:

No inverno, na saída do lote, manter abertas as cortinas para matar as larvas pelo frio.

O amontoamento da cama no primeiro dia após a saída do lote e a manutenção da cama coberta com lona plástica durante todo vazio sanitário permite um aumento de temperatura e a liberação de amônia. Esse procedimento auxilia no controle da coccidiose, além de diminuir a população de cascudinhos. Pode-se prolongar esse período só estendendo parte da cama para o recebimento dos pintinhos do próximo lote, deixando o restante ainda coberto com lona plástica, só estendendo-o na véspera da liberação dos pintinhos do cercado.

Controle Químico:

Após a saída das aves no final do lote, retirada a cama, aplicar o inseticida nas paredes, pilares, vigas, travessas e tesouras, além de muretas (por dentro e por fora), beirais, caixas de ração.

Mesmo sem retirar a cama, abrir a cama sob os comedouros e pulverizar o piso onde estão os insetos. Abrir a cama ao redor dos pilares e muretas para pulverizar o piso.

Referências bibliográficas

- BORROR, D.J.; DeLONG, D.M. Introdução ao estudo dos insetos. São Paulo: Blücher, 1988. 653 p.
- GWATKIN, R. , MITCHELL, C. A. Transmission of Salmonella pullorum by flies. Can. Jour. Pub. Health, v. 35, p. 281, 1944.
- McNEIL, E., HINSHAW, W.R. Snaks, cats and flies as carriers of Salmonella typhimurium. Poultry science, v. 23, p. 456, 1944.
- PAYNE, V. W. E., DONALD, J.O. POULTRY WASTE MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL PROTECTION MANUAL. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture. The Alabama Cooperative Extension Service, Auburn University, Alabama. (Circular ANR-580), p. 45-46, s/d.
- WEHR, E.E. Cestodos de las aves de corral. In: BIESTER, H.E., WCHWARTE, L.H. ENFERMEDADES DE LAS AVES. Mexico, Mexico. Union Tipografica Editorial Hispano-Americana. 1964. (Cap.34, p.791-836.)

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA AVÍCOLA PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS

Jorge de Lucas Jr.

Tânia M.B. Santos

Depto. de Engenharia Rural UNESP, Jabotical, SP

A restrição de espaço e a necessidade de atender cada vez mais as demandas de energia, água de boa qualidade e alimento tem colocado alguns paradigmas a serem vencidos, os quais se relacionam principalmente à qualidade ambiental e à distribuição, disponibilidade e custos de energia e alimentos.

A questão ambiental passa a ser encarada sob a ótica da impossibilidade de se conciliar o desenvolvimento de uma nação sem aumento significativo no uso de água e energia e na geração de resíduos, agravando-se o aspecto relativo ao aumento de poluição. Neste sentido os diversos setores da produção animal começam a se organizar para atender a dois requisitos com o objetivo de que seus produtos possam competir e para que tenham boa aceitação no mercado: 1) questões legais, 2) exigência de mercado interno e externo.

Dentre as questões legais pode-se citar a Lei que determina a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997), a qual cria o sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com o intuito de possibilitar que as bacias hidrográficas sejam trabalhadas dentro de seus limites e seus potenciais hídricos, e o emprego de nova conceituação relativa aos usos múltiplos da água, permitindo o acesso a todos os usuários, além do seu reconhecimento como um recurso finito, vulnerável e com valor econômico (Secretaria de Recursos Hídricos, 1999); e a Lei De Crimes Ambientais (Lei nº 9.605 de 12 de Fevereiro de 1998), a qual dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (Brasil, 1998); além de aspectos ambientais abordados em legislações Estaduais e Municipais.

Quanto à exigência de mercado interno e externo várias são as ferramentas que, de forma direta ou indireta, estimulam o setor produtivo a melhorar não só sua produtividade, bem como seu processo produtivo, conferindo-lhes selos e/ou certificados, obtendo-se produtos diferenciados com retorno econômico.

O aspecto energia é cada vez mais evidenciado pela interferência no custo final dos produtos e disponibilidade, ressaltando-se que, no caso da avicultura, é fator que merece ser melhor trabalhado, uma vez que as oscilações de preço podem reduzir a competitividade do setor. Ressalta-se que a recente modificação nos preços do petróleo tem determinado uma procura por alternativas energéticas no meio rural. Notícia de 12 de fevereiro de 2000: "Petróleo dispara e cotação é a maior em 9 anos", cuja causa deve-se à redução dos estoques no Hemisfério Norte e à decisão de países como Arábia Saudita e Iraque em diminuir a oferta (Agências, 2000), deverá introduzir outras modificações no sistema produtivo e nova busca por alternativas.

As atividades que se desenvolvem no meio rural se valem, essencialmente, da conversão de energia em suas mais diversas formas, tendo como base o processo de fotossíntese, gerando biomassa, responsável pela sustentação dos índices de crescimento das populações humana e animal. Logicamente, a grande

maioria dos resíduos ali gerados, descontando-se gases e água contaminada com "não orgânicos" (metais, alguns compostos originários de insumos utilizados na agropecuária, nutrientes originários de fertilizantes minerais, etc.), é constituída de biomassa. Assim também são os resíduos gerados na exploração avícola, atividade que, pelos índices de produtividade alcançados, destaca-se pela velocidade da conversão energética, merecendo destaque as oportunidades de reciclagem da biomassa gerada como resíduo/subproduto no processo.

De um modo geral a reciclagem dos resíduos no meio rural, pode ser feita com o objetivo de reciclagem em energia ou reciclagem orgânica e de nutrientes. A reciclagem energética de resíduos pode ser feita com o objetivo de geração de calor ou de gás combustível.

Os métodos de transformação de energia, a partir da biomassa, segundo Hobson et al. (1981), classificam-se em duas categorias; aqueles que envolvem processos físicos e químicos a altas temperaturas e/ou pressões, e aqueles que envolvem o uso de microrganismos a temperaturas e pressões mais baixas. Embora, em alguns casos, o processo químico seja precedido de uma atividade microbiológica.

A conversão de matéria orgânica em energia pode ser consumada através de vários processos, dependendo do material e do tipo de energia desejada. Entretanto, a digestão anaeróbia provavelmente seja o processo mais viável para conversão de esterco em energia, e em alguns casos, além da digestão anaeróbia, a combustão direta é outra alternativa viável.

A geração do calor através da queima direta é uma opção, porém deve-se considerar a emissão de gases na atmosfera como um fator de impacto ao meio ambiente. Com relação à queima direta de resíduos, pode-se exemplificar com trabalho de Dagnall (1993) o qual cita que uma alternativa ambientalmente aceitável para disposição da cama de frangos, seria a combustão para fornecer energia para aquecimento das instalações e sistemas de grande escala envolvendo geração de potência ou combinação de aquecimento e geração de potência. Embora, o seu poder calorífico dependa da umidade, para amostras secas ao ar, este valor está em torno de 13,5 GJ/t (em torno da metade do valor calorífico do carvão); o seu potencial anual de conteúdo de energia calorífica, no Reino Unido, é então equivalente a aproximadamente 700 kt de carvão. A combustão produz uma cinza que retém a maior parte do fósforo e do potássio presentes na cama original; seu conteúdo de nitrogênio é bem menor e variável, e a sua perda durante a combustão é considerada uma desvantagem. Como o subproduto da queima é mais concentrado, estéril e de fácil manuseio, seus custos de transportes são baixos e proporcionam melhores condições de comercialização que o fertilizante de cama de frangos original. Em outras palavras, os produtores que normalmente se beneficiam diretamente ou indiretamente com o uso deste resíduo como fertilizante perderão pouco ou nada com o seu uso como combustível.

No tocante à conversão em gás combustível o caminho mais adotado ultimamente diz respeito ao uso de biodigestores.

Especificamente para o meio rural em nosso país, alguns modelos de biodigestores tem se mostrado de interesse, principalmente, por apresentarem custos mais baixos devido à pouca tecnologia associada e facilidade operacional.

Dentre os modelos apropriados ao meio rural, pode-se citar o modelo Batelada que, apesar da simplicidade, pode ser útil em situações em que o resíduo é obtido

periodicamente, como é o caso da cama obtida nos galpões de frangos de corte. Alguns estudos demonstraram a potencialidade deste resíduo, necessita-se agora, informações quanto ao acoplamento dos biodigestores aos galpões (uso do gás, balanço energético e custos).

Quando a disponibilidade dos resíduos for diária, o interesse volta-se para os biodigestores contínuos como os modelos Indiano e Chinês. Tecnologias como sistemas de agitação, aquecimento, pré-fermentação, etc, podem ser associadas a estes biodigestores, porém, deve-se analisar com rigor os custos.

Outro modelo que vem sendo aplicado no meio rural e carece de estudos econômicos, principalmente, é o proposto por Lettinga et al. (1980), Fluxo Ascendente com Leito de Lodo. Já existem algumas aplicações em destilarias no tratamento da vinhaça, indústrias de bebidas, em resíduos líquidos municipais e estudos relacionados ao tratamento de águas residuárias de suinocultura (Lucas JR., 1994).

A utilização dos biodigestores no meio rural tem merecido destaque devido aos aspectos de saneamento e energia, além de estimularem a reciclagem orgânica e de nutrientes. O aspecto saneamento surge no instante em que isolam os resíduos do homem e dos animais, proporcionando diminuição de moscas e odores, permitindo também a redução das demandas química e bioquímica de oxigênio e de sólidos, tornando mais disponíveis os nutrientes para as plantas (biofertilizante), encontrando-se em algumas referências a redução de parasitas e patógenos do homem e dos animais. O biogás produzido pode ter o seu conteúdo energético aproveitado na própria atividade, em aquecimento, refrigeração, iluminação, incubadores, misturadores de ração, geradores de energia elétrica, etc. O biofertilizante deve ser encarado como um benefício a mais e aplicado da mesma forma como Taiganides 1977, citado por Oliveira (1993), recomendou para a aplicação de dejetos no solo: "A aplicação de dejetos nos solos agrícolas pode ser feita, desde que seja respeitada uma combinação harmoniosa dos princípios da ciência do solo, saúde pública e hidrologia".

Em função das considerações anteriores observa-se que os biodigestores poderão ser projetados com o objetivo principal de atendimento de uma ou mais vantagens que oferecem como: saneamento, atendimento de uma demanda energética e produção de biofertilizante. Desta forma, são propostos diversos modelos que diferem, principalmente, nas tecnologias associadas para obtenção de melhores rendimentos e nas características que os tornam mais adequados ao tipo de resíduo que se pretende utilizar e à frequência com que são obtidos, observando-se também a forma como serão operados os biodigestores, os quais podem ser: batelada (batelada e expansão de cargas), contínuos para semi-sólidos (indiano, chinês e outros) ou contínuos para águas residuárias (fluxo ascendente com manto de lodo), entre outros modelos. Devem ser estudados os diversos modelos, pois nem sempre na propriedade a única exploração animal é a avicultura, podendo-se adotar os diversos modelos de biodigestores de acordo com as características dos resíduos a serem utilizados ou da mistura total dos dejetos gerados na propriedade.

1 Biodigestão Anaeróbia dos Resíduos da Avicultura

A conversão anaeróbia de substratos orgânicos complexos na ausência de luz, nitrato, nitrito e sulfato é realizada por bactérias quimioheterotróficas não

metanogênicas e bactérias metanogênicas. Os compostos orgânicos são hidrolisados pelas bactérias quimioheterotróficas não metanogênicas à açúcares, álcoois, ácidos voláteis, hidrogênio e CO₂ (Speece, 1983). A etapa subsequente seria a de fermentação de açúcares e aminoácidos à acetato ou à produtos intermediários como propionato e butirato, enquanto que os álcoois e ácidos voláteis com mais de dois carbonos seriam oxidados formando hidro-gênio e acetato. Na sequência, os produtos intermediários seriam oxidados à acetato e hidrogênio, ocorrendo, então, a formação de metano através da descarboxilação do acetato e redução do CO₂ pelo hidrogênio.

O processo se desenvolve em diferentes estádios de interações entre microrganismos e substratos. Zeikus (1980) propôs a seguinte distinção metabólica das populações microbianas na digestão anaeróbia:

- Bactérias hidrolíticas, fermentam grande variedade de moléculas orgânicas complexas (por exemplo, polissacarídeos, lipídeos e proteínas) em amplo espectro de produtos finais (por exemplo, ácido acético, H₂/CO₂, compostos de um carbono e ácidos orgânicos maiores que ácido acético e compostos neutros maiores que metanol);
- Bactérias acetogênicas, produtoras de hidrogênio, incluem espécies facultativas e estritamente anaeróbias que fermentam ácidos voláteis maiores que o acético (por exemplo, butirato e propionato) e compostos neutros maiores que o metanol (por exemplo, etanol, propanol) a hidrogênio e acetato;
- Bactérias homoacetogênicas, que podem fermentar amplo espectro de compostos de um carbono à ácido acético;
- Bactérias metanogênicas, que fermentam H₂/CO₂, compostos de um carbono (por exemplo, metanol, CO, metalanina) e acetato à metano.

Alguns resíduos produzidos no meio rural, como os dejetos de ruminantes, sofrem um pré-tratamento no trato digestivo dos animais, que são verdadeiras câmaras naturais de fermentação anaeróbia onde se desenvolvem harmonicamente as bactérias da digestão anaeróbia. Portanto, ao se colocar estes resíduos num biodigestor, em pouco tempo haverá produção de biogás. Porém, quando se trabalha com outros resíduos, dentre eles o estrume e cama de aves, se não forem tomados alguns cuidados na partida, o processo poderá ser levado ao insucesso ou levar muito tempo para que ocorra a produção de metano. Este fato pode ser verificado em Lucas JR. et al. (1993), que demonstram o efeito da antecipação na produção de biogás quando utilizaram inóculo em cama de frangos.

Resultados semelhantes de adaptação do inóculo ao resíduo são mostrados nos trabalhos desenvolvidos por Zeeuw & Lettinga (1983) e por Lucas JR. et al. (1987), os quais concluíram que o uso de inóculo não somente antecipa o pico de produção de biogás como também pode aumentar o potencial efetivo da biomassa. Por outro lado, uma baixa eficiência do inóculo poderá influir negativamente na produção de biogás, uma vez que ocupará um volume que poderia ser preenchido pelo substrato a ser tratado.

A temperatura exerce influência sobre a velocidade do processo, sendo comum dividi-la em três faixas: a termofílica entre 50 e 70°C, a mesofílica entre 20 e 45°C, e a psicofílica abaixo de 20°C. O efeito da temperatura sobre a digestão

anaeróbia foi avaliado por Summers & Bousfield (1980) onde a porcentagem de CH₄ manteve-se praticamente constante em 69%, mas a produção de biogás por kg de ST adicionados aumentou com a temperatura, sendo representada pela expressão linear: $m^3 (kg\ ST)^{-1} = 0,007834 \times (T^{\circ}C) + 0,05539$ com um coeficiente de correlação de + 0,95 aplicando-se na faixa de 25 a 44 °C. Testes em biodigestores batelada em temperaturas mesofílicas (Frag et al., 1970 e Hassan et al., 1975 citados por Webb & Hawkes, 1985a) demonstram sucesso na biodigestão, contudo em biodigestores batelada com temperaturas termofílicas, Shih & Huang (1980) obtiveram baixos rendimentos em biogás. Estudos com resíduos de aves na faixa termofílica com bons resultados foram feitos por Steinsberger & Shih (1984); Jiang et al. (1987) e Willians & Shih (1989) e, na faixa mesofílica, Jamila (1990).

No que diz respeito a dejetos de animais, os nutrientes não são limitantes ao crescimento dos microrganismos. Dependendo da composição do substrato e de sua concentração, podem ser favoráveis ao processo ou tóxicas.

Os dejetos de aves apresentam-se com uma relação C/N baixa, o que indica que o nitrogênio não será limitante. Entretanto, podem ocorrer problemas de toxicidade devido à amônia, quando se opera com altas cargas orgânicas. Ao invés de suplementar o resíduo sugere-se equilibrar as relações entre seus componentes. Neste sentido, Webb & Hawkes (1985 a), em altas concentrações de carga, obtiveram concentração de amônia de 4.275 mg/l sem inibição do processo. Somente com a adição de NH₄Cl para se atingir concentração de amônia igual a 10.000 mg/l é que a produção de gás foi inibida em 50%.

De importância para a área de saneamento ambiental, observa-se que com o processo de biodigestão anaeróbia têm sido obtidos resultados que demonstram a redução de impacto não somente pela redução dos sólidos presentes nos biodigestores, mas também pela redução de microrganismos de presença indesejável nos efluentes por apresentarem caráter patogênico.

A redução de microrganismos patogênicos têm sido relatada como efeito da seqüência bioquímica do processo de biodigestão anaeróbia e de variações nos fatores que interferem neste processo.

A digestão anaeróbia com aquecimento tem sido citada como um método de redução de certos patógenos presentes em materiais orgânicos em um nível que pode trazer riscos de transmissão aos animais e ao homem. Carrington et al. (1982) estudaram a inativação de salmonela em lodo de esgoto durante a digestão anaeróbia em 35 e 48°C com tempos de retenção hidráulica entre 10 e 20 dias. Os autores observaram que o decaimento foi maior com 48°C que a 35°C para o mesmo tempo de retenção, os decaimentos foram similares para tempos de retenção maiores que 15 dias, os decaimentos foram maiores quando o nível de salmonela na carga foi menor. Shih (1984), analisou a presença de salmonela e coliformes fecais no afluente e efluente de biodigestor operado com resíduos de aves em condição termofílica (50°C) e mesofílica (35°C) e observou que em condição termofílica tanto salmonela e coliformes fecais foram completamente destruídos e parcialmente reduzidos em condição mesofílica. Quanto ao potencial de biogás são observadas na literatura enormes variações nas produções de biogás oriundas de resíduos de aves, pois em muitas citações faltam melhor caracterização dos substratos utilizados para determinar o potencial energético (esterco ou cama, tipo de material utilizado como

cama, uso e quantidades de inóculo utilizado, bem como a composição do biogás gerado).

De um modo geral o material utilizado como cama diminui o potencial de produção de biogás. Webb & Hawkes (1985a), estudaram a digestão anaeróbia em cama de maravalha, utilizando tempos de retenção hidráulica entre 11,7 e 29,2 dias e variando os teores de SV nas cargas diárias entre 1 e 5%. Observaram que os rendimentos de biogás aumentaram com o aumento do TRH e na concentração de SV das cargas. Obtiveram produções entre 0,245 e 0,372 m³ de biogás por kg de SV adicionados com teor médio de metano de 59%. Os mesmos autores (Webb & Hawkes, 1985b) quando trabalharam com chorume de estrume de frangos obtiveram 0,41 a 0,44 m³ de biogás por kg de SV adicionados.

Jamila (1990), operou biodigestores com chorume de frangos com 6 e 10% de ST e TRH de 15, 22 e 30 dias. O rendimento de produção de biogás variou entre 0,2 e 0,4 m³ de biogás por kg de ST, com teores de metano variando entre 44,8 e 73,9%. Os melhores resultados foram alcançados com 6% de ST no afluente, temperatura de 34°C e 15 dias de TRH. Savery & Cruzan (1972) obtiveram 0,13 m³ de biogás/ kg de estrume fresco de frangos.

Lucas JR et al. (1993) observaram melhores rendimentos em cama de maravalha quando utilizaram inóculo, sendo também de grande importância o teor de ST do substrato, pois o potencial de produção de biogás aumentou quando se utilizou, além do inóculo, substrato com 8% de sólidos. O potencial médio obtido por estes autores foi 0,29 m³ de biogás/kg de ST adicionados. Valores próximos, também utilizando cama de maravalha, foram obtidos por Lucas JR et al. (1996), 0,25 e 0,28 m³ de biogás por kg de ST adicionados, com e sem o uso de inóculo, respectivamente.

Alguns estudos demonstraram ter o estrume de aves maior potencial de produção de biogás, quando comparado a outros resíduos (principalmente de bovinos) e conseqüentemente alto teor de metano (Hill, 1983; Mahadevaswamy & Venkataraman, 1986), sendo que o alto teor de metano no gás faz a utilização do estrume de aves mais atrativa.

O uso de biodigestores para o tratamento de resíduos obtidos em avicultura permite a integração de sistemas como apontado por Mahadevaswamy & Venkataraman (1986), os quais estudaram um sistema integrado de biodigestão anaeróbia para produção de biogás a partir do estrume de frangos e utilização do efluente para produção de alga *Spirulina platensis*. Obteve-se produção de 0,54 m³ de biogás por kg de ST e o efluente foi utilizado como meio para produção de *Spirulina platensis* a qual após secagem foi adicionada à ração dos frangos, observaram que o estrume de aves geralmente era vendido como adubo para a agricultura por US\$ 12.00 a tonelada, se fosse convertido em biogás, poderia obter-se 150 m³ suficientes para uma família de 10-15 pessoas por mês.

Trabalhando em escala piloto para produção de biogás, Yao et al. (1989), utilizaram estrume de frangos em dois biodigestores com 3,5 m³ cada um. O líquido após peneiramento era fermentado observando-se que, para uma taxa de carregamento de 10 kg de DQO (demanda química de oxigênio) por m³ de biodigestor obteve-se uma produção de biogás de 3,57 m³ de biogás por m³ de biodigestor com 65,4% de metano. A redução de DQO foi de 80,07% e o efluente era usado como fertilizante e o biogás para cozimento para 18 famílias.

Apresentam-se a seguir alguns resultados relativos a potenciais do processo de biodigestão anaeróbia, obtidos em condições brasileiras:

2 Frangos de Corte

O tipo de material utilizado como base nas camas de aviário e o número de ciclos de criação das aves sobre a mesma cama podem interferir nos potenciais obtidos, como demonstrado por Santos & Lucas JR. (1997) em estudo de três tipos de cama (napier-N, mistura de napier + maravalha-NM e maravalha-M) utilizadas em um ciclo de criação e reutilizadas num segundo ciclo. Verificou-se que as produções de biogás obtidas, tanto com um ciclo de criação (N=0,2494 > NM=0,2092 > M= 0,1747 m³ de biogás por kg de ST adicionados) como com dois ciclos de criação sobre a mesma cama (N=0,2712 > NM=0,2464 > M=0,2300 m³ de biogás/kg de ST adicionados), apresentaram bons potenciais, porém com diferenças entre os três materiais utilizados e com efeitos da reutilização das camas. Concluiu-se que as camas podem se constituir em excelente alternativa energética para galpões de frangos de corte. Na Tabela 1 são apresentados os potenciais médios de produção de biogás para os três tipos de cama e para os dois ciclos de criação obtidos pelos autores.

Tabela 1 — Potenciais médios de produção de biogás, a partir de três tipos de cama de frangos nos dois ciclos de criação, corrigidos para 20°C e 1 atm

Ciclo	Cama	Potenciais (m ³ /kg)				
		Substrato	ST adic.	SV adic.	SV. red.	Cama*
1º	N	0,0199 ^a	0,2496 ^a	0,3188 ^a	0,5654 ^a	0,2301 ^{ax}
	NM	0,0165 ^b	0,2092 ^b	0,2679 ^b	0,4936 ^{ab}	0,1870 ^{bx}
	M	0,0142 ^c	0,1712 ^c	0,2254 ^c	0,4392 ^b	0,1576 ^{cx}
	Média	0,0168^B	0,2100^B	0,2707^B	0,4994^A	0,1915^A
2º	N	0,0236 ^a	0,2710 ^a	0,3449 ^a	0,5927 ^a	0,2058 ^{ay}
	NM	0,0208 ^b	0,2462 ^b	0,3098 ^b	0,5167 ^{ab}	0,1850 ^{ax}
	M	0,0188 ^c	0,2299 ^c	0,2872 ^c	0,4694 ^b	0,1797 ^{ax}
	Média	0,0211^A	0,2490^A	0,3140^A	0,5263^A	0,1901^A

Em cada coluna médias seguidas de letra minúscula (maiúscula) comum, não diferem pelo teste de Tukey a 5%. * matéria natural Santos & Lucas JR. (1997).

A partir dos dados apresentados na Tabela 1 e de dados de produção de cama, obtidos por Santos (1997), são estimadas na Tabela 2 as quantidades de biogás que poderiam ser obtidas a partir de 1000 frangos, bem como o equivalente em GLP (30 m³ de biogás igual a 13 kg de GLP). A reutilização das camas num segundo ciclo de criação das aves proporcionou, em média, o mesmo potencial energético, porém com menor produção de cama. Por 1000 aves produzidas pode-se obter, em média, o equivalente à aproximadamente 10 botijões com 13 kg de GLP, tanto no primeiro quanto no segundo ciclo.

A densidade de criação de frangos de corte é outro fator que influencia a produção total de cama e o potencial de produção de biogás, como pode ser verificado por Santos & Lucas JR. (1998b) após estudarem este efeito utilizando-se três densidades

Tabela 2 — Estimativa: Produção de biogás a partir de três tipos de cama de frangos, e equivalente GLP (1000 aves)

Ciclo	Cama	Prod. Biogás m ³ /kg ST	Prod. Cama (kg MS)	Prod. de biogás (m ³)	GLP botijões (13 kg)
1º	N	0,2496	1420	354	11,8
	NM	0,2092	1420	297	9,9
	M	0,1712	1420	243	8,1
	Média	0,2100	1420	300	9,9
2º	N	0,2710	1197	324	10,8
	NM	0,2462	1197	295	9,8
	M	0,2299	1197	275	9,2
	Média	0,2490	1197	298	9,9

Adaptado de Santos (1997) e Santos & Lucas JR. (1997).

na criação das aves com um e dois ciclos de criação sobre a mesma cama. Os autores verificaram que o aumento da densidade das aves contribui para maior produção de biogás, principalmente nas camas obtidas na densidades 22 /m² em relação à 10 aves/m², porém o maior efeito na produção de biogás ocorre ao se reutilizar as camas num segundo ciclo de criação das aves. Na forma como manejadas as camas, observou-se que estas podem permitir, com um ciclo de criação, produções de 3m³ de biogás/m² de galpão com densidade 10 até 5,15 m³ de biogás/m² com densidade 22, ao passo que, a reutilização das camas permitiu valores de 6,94 até 10,13m³ de biogás/m² de galpão, respectivamente para as densidades 10 e 22 (Tabela 3).

A forma com que a avicultura de corte permite a coleta das camas (com periodicidade aproximada a cada 60 dias) nos leva a recomendar a adoção dos biodigestores do tipo batelada, porém, embora a cama de frangos apresente bons potenciais de produção de biogás, observa-se que, conforme Figura 1, a fermentação é lenta, o que leva à dificuldades no aproveitamento desta forma de energia com a utilização dos biodigestores batelada dimensionados em forma de bateria, conforme proposto por Ortolani et al. (1991).

Uma alternativa para resolução deste problema pode estar na alteração de operação dos biodigestores batelada; em vez da adoção da bateria de biodigestores pode-se operar apenas um biodigestor batelada de maneira seqüencial, conforme proposto por Santos & Lucas JR. (1998). Nesta maneira de operação o biodigestor, que deverá atender a demanda energética de um galpão, é abastecido com cama diluída em água, acrescentando-se uma quantidade de inóculo que permite o pico de produção com início após 15 dias, sendo o período de fermentação prolongado até que seja completado o ciclo de produção das aves. A cama obtida será utilizada em novo abastecimento, utilizando-se como inóculo parte do material fermentado no ciclo anterior. Os 15 dias de início de produção do biogás (período de baixa produção) coincidem com o período de vazio sanitário do galpão. O pico de produção de biogás coincide com a entrada das aves no galpão, período em que é utilizada grande quantidade de energia para aquecimento.

Tabela 3 — Potenciais de produção de biogás, em m³, por ave alojada e por m² de galpão em diferentes densidades, para dois ciclos de criação sobre a mesma cama

Ciclo	Densidade (aves/m ²)	Produção de Cama/ave, kg de MS	Potencial de produção de biogás, m ³		
			Por kg MS adic. no biodigestor ¹	Por ave alojada	Por m ² de galpão
1o	10	1,727	0,1738 ^{by}	0,3000 ^{ay}	3,0000 ^{cy}
	16	1,349	0,1896 ^{aby}	0,2557 ^{ay}	4,0911 ^{by}
	22	1,124	0,2079 ^{ax}	0,2342 ^{ay}	5,1515 ^{ay}
	Média		0,1904^B	0,2633^B	4,0809^B
2o	10	2,944	0,2359 ^{ax}	0,6945 ^{ax}	6,9451 ^{cx}
	16	2,343	0,2292 ^{ax}	0,5371 ^{bx}	8,5941 ^{bx}
	22	1,887	0,2289 ^{ax}	0,4338 ^{cx}	10,1332 ^{ax}
	Média		0,2313^A	0,5551^A	8,5575^A

¹Potenciais médios de produção de biogás, corrigidos para 20°C e 1 atm. Em cada coluna médias seguidas de letra minúscula (a, b e c - comparações entre camas, ou x e y - comparações de mesma cama entre ciclos) ou letra maiúscula comum, não diferem pelo teste de Tukey a 5%. Santos & Lucas JR. (1998b).

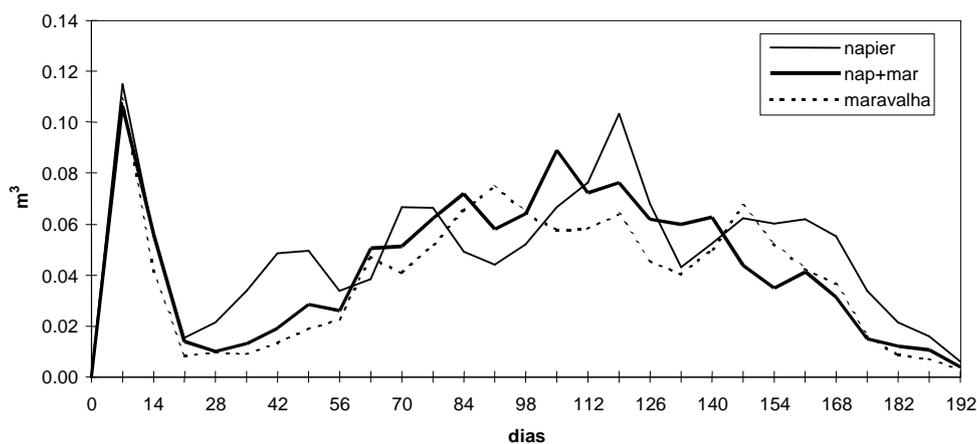


Figura 1 — Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m³, a partir das camas napier, napier + maravalha e maravalha. Santos & Lucas JR. (1997).

Visando-se o atendimento das necessidades energéticas para aquecimento das aves, deve-se focar a produção de biogás sob dois aspectos; a produção obtida durante o período de 48 dias e a produção obtida em 13 dias após o início de queima do biogás (considerando-se que as aves serão aquecidas apenas nos 13 primeiros dias de idade). Na Tabela 4 e Figura 2 são apresentados os potenciais de produção de biogás obtidos em 48 e 13 dias de fermentação, bem como a mínima produção diária obtida no período de 13 dias de uso efetivo de biogás para aquecimento. Observa-se que, em função do início de queima de biogás, o aproveitamento deve ser considerado útil a partir do 12º dia (início de queima no 2º ciclo) e que, para segurança no dimensionamento a produção deve ser considerada igual a 0,00313 m³ de biogás por kg de cama.

Tabela 4 — Potenciais médios de produção de biogás, corrigidos para 20°C e 1 atm, considerando 13 (de 12º - 24º dia) e 48 dias de fermentação

Abasteci- mento	Quei- ma dias	Prod. mín kg cama.dia	Potenciais(m ³ /kg)					
			substrato		SV adic.		Cama	
			13	48	13	48	13	48
1º	9	0,00323	0,0057	0,0189	0,0688	0,2256	0,0651	0,2136
2º	12	0,00313	0,0079	0,0202	0,1046	0,2668	0,0877	0,2239
3º	11	0,00518	0,0088	0,0192	0,1119	0,2443	0,0977	0,2134

Santos & Lucas JR. (1998a).

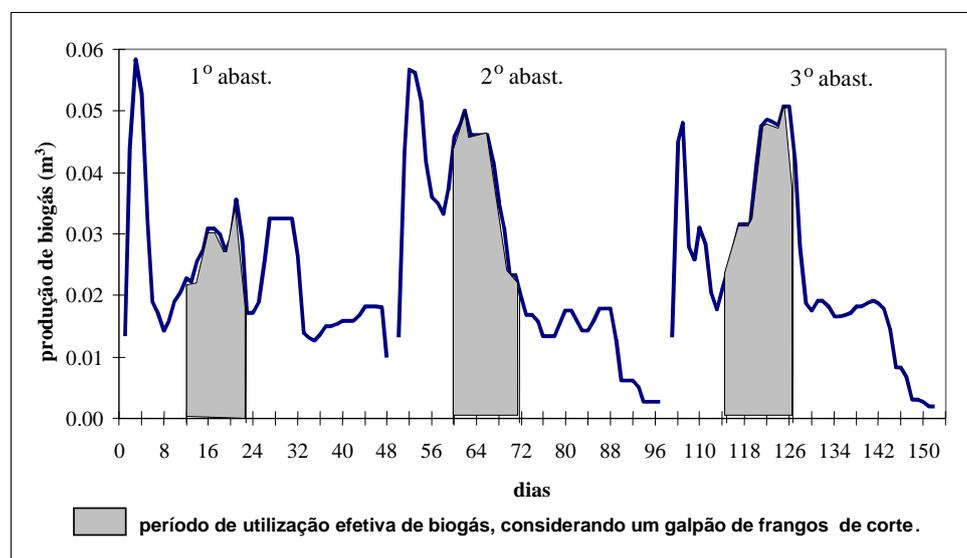


Figura 2 — Produção média de biogás, em m³, a partir de camas de frango em abastecimento seqüencial. Santos & Lucas JR. (1998a).

3 Aves de Postura

Caetano (1991) verificou um potencial energético de 0,12 e 0,11 m³/kg de estrume "in natura" para estrumes de aves de postura submetidos à digestão anaeróbia em biodigestores batelada (quatro ciclos de fermentação) e contínuos (em quatro períodos de fermentação equivalentes aos quatro ciclos dos biodigestores batelada), respectivamente (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5 — Potenciais médios de produção de biogás a partir do estrume de aves de postura (biod. Batelada)

Período	Prod. Total biogás (m ³)	m ³ /kg ST ad.	m ³ /kg SV ad.	m ³ /kg SV red.	m ³ /kg substrato	m ³ /kg "in natura"
1º ciclo	0,792	0,245	0,401	0,512	0,012	0,134
2º ciclo	0,544	0,286	0,427	0,495	0,008	0,092
3º ciclo	0,831	0,336	0,484	0,655	0,013	0,141
4º ciclo	0,628	0,241	0,358	0,432	0,010	0,106
Média	0,699	0,277	0,417	0,523	0,010	0,118

Caetano (1991).

Quanto aos resíduos de codornas, são escassos trabalhos que se relacionam a este tipo de resíduo, talvez por considerar-se que as produções ocorrem em pequenas quantidades. Porém, este tipo de exploração animal apresenta algumas características que podem tornar o uso dos biodigestores bastante benéfico, as quais se relacionam, como já citado anteriormente, à proximidade de centros urbanos e ao forte potencial de emissão de odores. Com este intuito, Lucas JR. et al. (1997) estudaram a biodigestão anaeróbia dos resíduos da coturnicultura em biodigestores contínuos, sob quatro TRH (30, 20, 15 e 10 dias) e obtiveram significativo potencial para produção de biogás, conforme mostrado na Tabela 7. Observou-se que, se o objetivo do processo for saneamento, deve-se considerar TRH mínimo de 15 dias para representativa redução de sólidos e de odores. Para o atendimento de uma demanda energética, sem a preocupação com a melhor estabilização do efluente, como já verificado para outros substratos, podem ser utilizados TRH menores, o que no caso foi de 10 dias, sendo que esta condição permite menor volume útil dos biodigestores por volume de biogás gerado.

Segundo a forma como predomina a criação das galinhas e codornas de postura, sugere-se que os biodigestores que venham a se integrar ao sistema de produção permitam a operação com cargas diárias, recomendando-se desta maneira o emprego de biodigestores que apresentem funcionamento similar aos modelos indiano ou chinês, associando-se, com a observação de necessidade de maiores rendimentos e menores custos, tecnologias que permitam maiores velocidades na degradação do material orgânico como, aquecimento e agitação do substrato em fermentação.

Lucas JR. & Santos (1998) avaliaram o desempenho de biodigestores contínuos modelos indiano, quando operados com cargas diárias constituídas de dejetos de galinhas de postura e água, sob quatro tempos de retenção hidráulica, verificaram que existe a possibilidade de se reduzir até 82,4% nos teores de SV com a utilização de TRH igual a 40 dias, podendo as produções de biogás atingirem 0,5799 m³ por kg

Tabela 6 — Potenciais médios de produção de biogás a partir do estrume de aves de postura (biod. contínuos)

Período	Prod. Total biogás (m ³)	m ³ /kg ST ad.	m ³ /kg SV ad.	m ³ /kg SV red.	m ³ /kg substrato	m ³ /kg "in natura"
1º ciclo	1,111	0,205	0,337	0,470	0,009	0,101
2º ciclo	1,737	0,198	0,313	0,537	0,008	0,091
3º ciclo	2,754	0,256	0,366	0,593	0,013	0,144
4º ciclo	1,247	0,213	0,338	0,611	0,009	0,099
Média	1,712	0,216	0,336	0,549	0,010	0,109

Caetano (1991).

Tabela 7 — Potenciais médios de produção de biogás a partir do estrume de codornas, expressos em relação ao substrato, resíduo, ST e SV para quatro tempos de retenção hidráulica

Produção média de biogás	Tempos de Retenção Hidráulica			
	30	20	15	10
m ³ de biogás /dia	0,0235 ^d	0,0308 ^c	0,0450 ^b	0,0526 ^a
m ³ biogás /biodigestor.dia	0,4055 ^d	0,5306 ^c	0,7764 ^b	0,9063 ^a
m ³ biogás /kg de resíduo	0,0487 ^a	0,0440 ^{ab}	0,0465 ^a	0,0374 ^b
m ³ biogás /kg ST adicionados	0,2708 ^a	0,2277 ^b	0,2273 ^b	0,1707 ^c
m ³ biogás /kg SV adicionados	0,4009 ^a	0,3369 ^b	0,3373 ^b	0,2538 ^c
m ³ biogás /kg SV reduzidos	0,6123 ^a	0,5288 ^{ab}	0,5027 ^{ab}	0,4329 ^b
m ³ biodigestor/m ³ de biogás	2,47 ^a	1,90 ^b	1,29 ^c	1,11 ^c

Em cada linha médias seguidas de letra minúscula comum, não diferem pelo teste de Tukey a 5%. Lucas JR. et al. (1997).

de SV adicionados nos biodigestores (TRH igual a 30 dias). As maiores produções volumétricas de biogás foram atingidas com tempos de retenção hidráulica iguais a 25 e 20 dias, porém, com menor eficiência na utilização do substrato. Com o objetivo de produção de biogás, sem preocupação com a qualidade do efluente, pode-se adotar TRH de 20 dias, porém, se deseja-se melhor qualidade do efluente, não deverão ser adotados TRH inferiores a 30 dias (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8 — Produção média diária de biogás, em m³, desvio padrão, coeficiente de variação e produção total de biogás, em m³, para os quatro TRH

Parâmetro	Tempo de retenção hidráulica (dias)			
	40	30	25	20
Produção média diária (m ³)	0,04734 ^c	0,05649 ^b	0,06267 ^a	0,06359 ^a
Desvio Padrão	0,00738	0,00739	0,00865	0,01188
CV (%)	15,59	13,08	13,81	18,68
Produção total - 30 dias (m³)	1,42009^c	1,69459^b	1,88017^a	1,90763^a

Em cada linha médias seguidas de letra comum, não diferem pelo teste de Tukey a 5%;
Lucas JR. & Santos (1998)

Tabela 9 — Potenciais médios de produção de biogás, corrigidos para 20°C e 1 atm

TRH (dias)	Potenciais				
	Substrato (m ³ /kg)	ST adic. (m ³ /kg)	SV adic. (m ³ /kg)	Dejeto (m ³ /kg)	m ³ /m ³ de biodigestor
40	0,0316 ^a	0,3721 ^a	0,5248 ^b	0,1007 ^a	0,7889 ^c
30	0,0282 ^b	0,3575 ^b	0,5799 ^a	0,0911 ^b	0,9414 ^b
25	0,0261 ^c	0,3105 ^c	0,4325 ^c	0,0836 ^c	1,0445 ^a
20	0,0212 ^d	0,2475 ^d	0,3961 ^d	0,0676 ^d	1,0598 ^a

Em cada coluna médias Seguidas de letra comum, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.
Lucas JR. & Santos (1998).

Avaliando a produção e recuperação de energia através da biodigestão anaeróbia de dejetos de poedeiras leves criadas sob diferentes temperaturas, Santos et al. (1999), verificaram que o potencial para produção de biogás foi de 6,46, 5,55 e 4,36 m³ de biogás por 1000 aves/dia, para aves criadas nas temperaturas 12, 22 e 31°C, respectivamente (Tabelas 10 e 11). Os teores de metano estiveram em torno de 56%, respectivamente, e os teores de N e P no esterco foram maiores quanto menor era a temperatura ambiental.

Tabela 10 — Sólidos totais e voláteis no afluente, no efluente, porcentagens médias de redução e carga orgânica volumétrica

Parâmetro	
Sólidos totais médios contidos no afluente (%)	8,74
Sólidos totais médios contidos no efluente (%)	4,56
Redução de sólidos totais (%)	47,83
Sólidos voláteis médios contidos no afluente (%)	5,50
Sólidos voláteis médios contidos no efluente (%)	2,92
Redução de sólidos voláteis (%)	46,91
Carga orgânica volumétrica kg SV/m³/dia	3,67

Santos et al. (1999).

Tabela 11 — Produção média diária de biogás, em m³, produção total de biogás, em m³ e potencial médio de produção de biogás, corrigido para 20°C e 1 atm, para 15 dias de TRH

Produção de biogás	
Produção média diária de biogás (m ³)	0,07313
Produção total de biogás - 30 dias (m ³)	2,19378
Desvio Padrão	0,01164
Potenciais médios de produção de biogás	
Substrato (m ³ /kg)	0,0183
ST adicionados (m ³ /kg)	0,2092
SV adicionados (m ³ /kg)	0,3324
SV destruídos (m ³ /kg)	0,7086
Dejeto (m ³ /kg)	0,0585
m³/m³ de biodigestor	1,2188

SANTOS et al. (1999).

4 Referências bibliográficas

- AGÊNCIAS Internacionais. Preço do Petróleo dispara e é recorde em 9 anos. O Estado de São Paulo, São Paulo, 12 fev. 2000. Economia & Negócios, p.B1.
- BRASIL. Lei de Crimes Ambientais: lei nº 9.605 de 12 de fev. 1998. São Paulo: SMA, 32p. 1998. (Documentos Ambientais).
- CAETANO, L. Metodologia para estimativa da produção contínua de biogás em biodigestores modelo indiano. Botucatu, 1991, 112p. Tese (Doutorado - Energia na Agricultura). FCA/UNESP.
- CARRINGTON, E.G., HARMAN, A., PIKE, E.B. Inactivation of Salmonella during anaerobic digestion of sewage sludge. *Journal of Applied Bacteriology*, v.53, p.331-4, 1982.
- DAGNALL, S.P. Poultry litter as a fuel. *World's Poultry Science Journal*, v.49, n2. p.175-7, 1993.
- HILL, D.T. Design parameters and operating characteristics of animal waste anaerobic digestion systems - swine and poultry. *Agricultural Wastes*, v.5, p.157-78, 1983.
- HOBSON, P.N., BOUSFIELD, S., SUMMERS, R. Methane production from agricultural and domestic wastes. London: Applied Science Publishers, 1981. 250 p.
- JAMILA, A. Optimisation of factors allowing best gas yield from anaerobic fermentation of poultry manure: energy and the environment, into the 90s. In: WORLD RENEWABLE ENERGY CONGRESS, 1, 1990, Reading. Proceedings... p.2061-4.
- JIANG,S., STEINSBERGER, S.C., SHIH, J.C.H. In situ utilization of biogas on a poultry farm: heating, drying and animal brooding. *Biomass*, v.14, p.269-81, 1987.
- LETTINGA, G. et al. Use of upflow sludge blanket (UASB) reactor concept for biological wastewater treatment, especially for anaerobic treatment. *Biotechnology Bioengineering.*, New York, v.22, p.699-734, 1980.
- LUCAS JR. J., SANTOS, T.M.B. Biodigestão anaeróbia de dejetos de aves de postura, considerando quatro tempos de retenção hidráulica. *Ingeniería Rural y Mecanización en el Ámbito Latinoamericano*. In: BALBUENA, et al. (Ed). La Plata:UNLP, 1998, p.346-51.
- LUCAS JR., J. Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios. Jaboticabal. 1994. 113p. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista.
- LUCAS JR., J. et al. Produção de biogás a partir de estrumes de ruminantes e monogástricos com e sem inóculo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 16, 1987, Jundiaí. Resumos... p.65.
- LUCAS JR., J., ZORZETE, P., SANTOS, T.M.B. Digestão anaeróbia de resíduos da criação de codornas em biodigestores contínuos. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA, Campina Grande-PB, (CD) Trabalho registrado e catalogado na SBEA sob o número EAG029, 1997.
- LUCAS JR., J.; ORTOLANI, A.F.; BENINCASA, M.; YMADA, R.Y. Avaliação do uso de inóculo no desempenho de biodigestores abastecidos com estrume de frangos de corte com cama de maravalha"CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXII, Anais... Ilhéus:SBEA, CEPLAC, 1993 p.915-30.

- LUCAS JR., J.; SANTOS, T.M.B.; OLIVEIRA, R.A. Uso da cama de frangos com maravalha em biodigestores batelada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA e II CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERIA AGRICOLA, Bauru:SBEA, (EnA 495), 1996, 9p.
- MAHADEVASWAMY, M., VENKATARAMAN, L.V. Bioconversion of poultry dorppings for biogas and algal production. *Agricultural Wastes*, v.18, n.2, p.93-101, 1986.
- OLIVEIRA, P.A.V. (coord). Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA, 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPISA. Documentos, 27).
- ORTOLANI, A.F., BENINCASA, M., LUCAS JR., J. Biodigestores rurais modelos indiano, chinês e batelada. Jaboticabal: FUNEP, 1991, 35p. (Boletim Técnico).
- SANTOS, T.M.B. Caracterização química, microbiológica e potencial de produção de biogás a partir de três tipos de cama, considerando dois ciclos de criação de frangos de corte. Jaboticabal, 1997, 95p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- SANTOS, T.M.B., LUCAS JR. J. Digestão anaeróbia de cama de frangos em operação seqüencial de biodigestores batelada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Poços de Caldas-MG, Anais... p.380-2, 1998a.
- SANTOS, T.M.B., LUCAS JR. J. Produção de cama e recuperação de energia na forma de biogás a partir da criação de frangos de corte em três densidades. *Ingeniería Rural y Mecanización en el Ámbito Latinoamericano*. In: BALBUENA, et al. (Ed). La Plata:UNLP, 1998b, p.340-5.
- SANTOS, T.M.B.,LUCAS JR. J. Produção de biogás a partir de três tipos de cama obtidos em dois ciclos de criação de frangos de corte. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Campina Grande: SBEA/UFPE, (EAG030), 1997. 3p. (CD).
- SANTOS, T.M.B.; BASAGLIA, R.; SAKOMURA, N.; FURLAN, R. L.; LUCAS JR. ,J. Manure and biogas production from laying hens submitted to different ambient temperatures. In: AGENERGY'99 CONFERENCE: "Energy and Agriculture Towards the Third Millennium", 1999, Athens. Proceedings..., Athens:Agricultural University of Athens, 1999. v.1, p.275-81.
- SAVERY, C.W., CRUZAN, D.C. Methane recovery from chicken manure digestion. *Journal Water Pollution Control Federation*, v.44, n.12, p. 2349-54, 1972.
- SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. Informações de Recursos Hídricos: Legislação, Lei nº 9.433. [on line]. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, novembro 1999. [cited 03 novembro 1999]. Available from World Wide Web: <http://www.hidricos.mg.gov.br/in-le.htm>.
- SHIH & HUANG (1980).
- SHIH, J.C.H., Destruction of enteric pathogens in the thermophilic poultry waste digester. *Poultry Science*, v.63, p.181-2, suppl., 1984. (abstracts)
- SPEECE, R.E. Review: environmental requirements for anaerobic of biomass. *Advances in Solar Energy*, 1983. 69p.
- STEINSBERGER, S.C., SHIH, J.C. The construction and operation of a low-cost poultry waste digesters. *Biotechnology and Bioengineering*, v.26, p.537-543, 1984.
- SUMMERS, R., BOUSFIELD, S. A detailed study of piggery-waste anaerobic digestion. *Agricultural Wastes*, v.2, p.61-78, 1980.

- WEBB, A.R, HAWKES, F.R. Laboratory scale anaerobic digestion of poultry, litter: gas yield-loading rate relationships. *Agricultural Wastes*, v.13, n.1, p.31-49, 1985b.
- WEBB, A.R, HAWKES, F.R. The anaerobic digestion of poultry manure: variation of gas yield with influent concentration and ammonium-nitrogen levels. *Agricultural Wastes*, v.14, n.2, p.135-56, 1985a.
- WILLIAMS, C.M., SHIH, J.C.H. Enumeration of some microbial groups in thermophilic poultry waste digesters and enrichment of a feather-degrading culture. *Journal of Applied Bacteriology*, v.67, p.25-35, 1989.
- YAO, A.L. et al. A pilot biogas system plant using high-rate chicken manure anaerobic treatment. *Potentialities Of Agricultural Engineering in Rural Development*. In: THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL ENGINEERING (89-ISAIE), 1989, Beijing, Proceedings... V.2, p.966-969.
- ZEEUW, W., LETTINGA, G. Start-up of UASB-reactors. In: AWWTEUROPEAN SYMPOSIUM, 1983, Wageningen. Proceedings... p. 23-25.
- ZEIKUS, J.G. Chemical and fuel production by anaerobic bacteria. *Annual Review of Microbiology*, v.34, p.423-64, 1980.

UTILIZAÇÃO DA CAMA DE FRANGO NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

Paulo Roberto Leme¹ Guilherme Fernando Alleoni² Eduardo Cavaguti³

¹Prof. Dr., FZEA/USP, Pirassununga, SP, email: prleme@usp.br

²Dr., Instituto de Zootecnia, SAA, Nova Odessa, SP, email: alleoni@izsp.br

³Estudante Pós-Graduação, FZEA/USP, Pirassununga, SP,
email:cavaguti@abelha.zoot.usp.br

1 Introdução

A produção de frangos no Brasil, segundo o Anualpec99, é de cerca de 2,7 bilhões de unidades, estimando-se em função desse dado e da quantidade média de 2,12 kg/ave cama produzida com diferentes tipos de material (Angelo et al., 1997) um acúmulo de cerca de 5,7 milhões de toneladas de cama. Esse subproduto da indústria avícola tem sido amplamente utilizado na alimentação de ruminantes e deveria ser melhor conhecido, já que implica em riscos à saúde humana e do próprio animal que dela se alimenta.

O nome mais indicado para esse material talvez fosse cama de aviário, como usado por Fialho, Albino, Thiré, 1984, pesquisadores do CNPSA, mas a denominação cama de frango é mais comum e será utilizada. Ela contém além da excreta das aves, o material absorvente usado como cama, daí seu nome, e em menor quantidade outros materiais como ração das aves, penas, material do piso do aviário, etc. O material absorvente é bastante variável, sendo os mais comuns a serragem de madeira e a casca de arroz e com menor frequência casca de amendoim, palhas em geral, sabugo picado e outros. Essa diversidade causa grande heterogeneidade na composição da cama de frango e, somado a isso, o tipo de ração, a idade e tipo de aves, a quantidade de penas e excreta, o número de lotes criados, o tempo e forma de armazenamento da cama, também concorrem para torná-la uma alimento de valor nutritivo extremamente variável para bovinos (El Boushy, Van der Poel, 1994).

O uso da cama de frango na alimentação de ruminantes, especialmente bovinos, não é recente e resulta, por um lado, da capacidade do ruminante usar alimentos contendo nitrogênio não protéico (NPN) e de digerir alimentos fibrosos, e por outro, da grande disponibilidade e do baixo custo desse material. Conseqüência desse fato, é um número enorme de trabalhos na literatura nacional e internacional sobre seu uso e foram selecionados aqui alguns mais recentes para esclarecer sobre o uso da cama de frango na alimentação de bovinos e sobre os possíveis riscos à saúde animal e humana.

2 Composição e valor nutritivo da cama de frango

Conforme observado acima, esse alimento apresenta grande variação em sua composição e valor nutritivo. Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados dados de diversos autores sobre composição e valor nutritivo da cama de frango.

Bhattacharya e Taylor, 1975, em revisão sobre o assunto, verificaram que a cama de frango apresentou um teor médio de proteína bruta (PB) de 30%, 50 a 60% da qual é constituída de NPN e o ácido úrico representa ao redor de 30% do nitrogênio total, ocorrendo ainda em menor proporção nitrogênio na forma de uréia, creatina e creatinina. O teor médio de fibra bruta (FB) foi de 15%, com elevado teor de lignina. Contém também elevado teor de cinzas (15%) com elevados teores de cálcio e fósforo. Um resumo dos dados compilados pelos autores é apresentado na Tabela 1.

Da fração NPN o componente principal, o ácido úrico, é utilizado pelo ruminante na síntese de proteína. A uricase bacteriana desenvolve-se no rúmen poucas horas após a alimentação, não havendo necessidade de adaptação, segundo Lucci, 1997.

Fialho, Albino e Thiré, 1984, do CNPSA, analisaram a cama de frango encontrando valores menores de PB, mas maiores de FB e cinzas, diferindo um pouco dos outros autores. O mesmo ocorrendo com Garcia et al., 1997, e Alves et al., 1999. Esses autores também encontraram valores menores de NDT. O teor de NDT relatado por Bhattacharya e Fontenot, 1966, foi de cerca de 59,8%, sem diferença entre cama de casca de amendoim ou de aparas de madeira. Isso corresponderia a uma energia metabolizável de 2,18 Mcal/kg. O uso de polpa de citros como material absorvente aumentou de maneira considerável esses valores, já bastante elevados em relação aos encontrados na literatura nacional.

A digestibilidade aparente da proteína, segundo diversos autores citados por Bhattacharya e Taylor, 1975, variou de 71 a 82%, dependendo da participação da cama nas dietas. A digestibilidade da fibra obviamente depende do tipo de material usado como cama, sendo o principal determinante do seu valor nutritivo como alimento para ruminantes. O uso de materiais de melhor qualidade como o capim elefante, o sabugo de milho e a polpa de citros, aumenta bastante o valor nutritivo da cama. O elevado teor de minerais também contribui para diminuir o teor de energia como pode ser observado na Tabela 2, fato muitas vezes agravado pela inclusão de grande quantidade de terra proveniente do piso do galpão.

3 Processamento da cama de frango para uso como alimento para bovinos

Diversos tipo de processamento tem sido usados para eliminar microorganismos potencialmente perigosos à saúde animal e humana. Entre eles o calor seco, úmido, fumigação com óxido de etileno, brometo de metila, confecção de silagem, etc. Com o armazenamento na forma de montes ou pilhas há aumento da temperatura devido a fermentação. Fontenot et al., 1971, verificaram que a cama foi esterilizada após 4 horas a 100 ou 150°C. Mas, todo processamento causa alteração no valor nutritivo desse material como alimento. Neste caso houve diminuição do teor de PB de 42,5 para 34,4%. A acidificação com formaldeído, por outro lado, reduziu a perda de nitrogênio. Por outro lado, Brugman et al., 1967, não verificaram alterações

Tabela 1 — Composição e valor nutritivo da cama de frango (em base seca)

Fração	Unidade	Fialho, Albino e Thiré, 1984	Bhattacharya e Taylor, 1975
MS	%	80,9	84,7±4,2
PB	%	21.1	31,3 ± 2,9
Prot. Verdadeira	%		16,7 ± 2,4
FB	%	20.1	16,8 ± 1,9
EE	%	0.47	3,3 ± 1,3
ENN	%	37.7	29,5 ±1,6
NDT	%		60,3
EM	Mcal/kg	2.16*	2,18
Cinzas	%	20.6	15 ± 3,2
Ca	%	2.8	2,37 ± 9
P	%	1.9	1,8 ± 0,4
Na	%		0,54
K	%		1,78
Mg	%		0,44
Mn	mg/kg	281	225
Fe	mg/kg	510	451
Cu	mg/kg	115	98
Al	mg/kg		284
Zn	mg/kg	283	235
Bo	mg/kg		38

* Com suínos.

Tabela 2 — Composição percentual e valor nutritivo da cama de frango (em base seca) com diferentes tipos de material absorvente

Fração	Garcia et al., 1997				Alves et al., 1999			
	Raspa madeira	Casca arroz	Bagaço cana	Bagana carnaúba	Raspa madeira	Capim elefante	Sabugo c/palha	P.aérea mandioca
MS	77.8	81.8	83.9	81.7	84.9	82.1	81.3	83.5
PB	13.3	13.2	14.2	17.7	10.3	10.5	10.6	13.2
EE	0.8	1.0	1.1	2.4	1.1	2.4	1.3	1.6
FDN	68.6	63.7	63.3	72.6	72.2	63.6	69.3	61.6
FDA	44.9	40.6	33.4	44.8	50.5	37.4	34.8	37.4
Lignina	12.0	8.9	5.2	16.7	13.5	5.9	6.0	10.0
Cinzas	10.8	27.8	11.5	14.5	9.0	12.8	10.5	11.9
NDT,%	44.9	29.7	43.9	42.1	40.0	53.8	55.9	49.3

na composição química da cama submetida a 135°C por 11 horas, mas sim na digestibilidade da PB em 7,6%.

Em estudo bastante amplo e recente, Bakshi e Fontenot, 1998, usaram a cama de frango empilhada com 30 ou 40% de umidade ou ainda ensilada com 40% de umidade. As três formas eliminaram os patógenos e permitiram que fosse incluída na dieta de bovinos sem afetar adversamente a digestibilidade e a eficiência de utilização do nitrogênio da dieta.

Ashbell, Weinberg e Hen, 1995, verificaram que a mistura de cama de frango com casca de laranja, melaço, batata e água, em várias proporções, poderia ser conservada na forma de silagem, necessitando para isso 40% de umidade para uma fermentação adequada e que a cama não excedesse 50% da mistura. A conservação na forma de silagem de cama com sorgo também foi efetiva na eliminação de patógenos, segundo Al-Rokayan, Naseer e Chaudry, 1998. Os resultados indicaram que o uso da cama até 35% da dieta de ruminantes não teve nenhum efeito adverso na saúde dos animais.

Chaudry, Fontenot e Naseer, 1998, também estudaram o empilhamento ou a confecção de silagem da cama. O empilhamento não afetou a composição e ambos os métodos foram efetivos na eliminação de todos os patógenos. Segundo Rude, Rankins e Dozier, 1994, a cama necessita processamento para eliminação de patógenos e a cobertura da pilha com plástico transparente impediu uma elevação excessiva da temperatura e melhorou a digestibilidade da proteína.

4 Aspectos ligados à saúde animal e humana

Segundo Bhattacharya e Taylor, 1975, há risco de transmissão de algumas doenças ao homem através do uso da cama de frango como alimento para bovinos. Os autores observam que as aves são potenciais portadoras de diversos patógenos humanos como o vírus de Newcastle e clamídia ou psitacosis que causam, respectivamente, conjuntivite e pneumonia em humanos, assim como os agentes da erisipela e da listeriose. Também o *Mycobacterium avium*, que ocasionalmente produz a tuberculose humana ou causa sensibilidade à tuberculina sem a doença, e outras doenças. Aves domésticas são o principal reservatório de salmonelas.

Existe também o risco para a saúde do animal que consome esse tipo de alimento, pois além dos microorganismos ele pode conter mais de 20 tipos de drogas e antibióticos usados nas rações de frangos. A presença de arseniacais, antibióticos, sulfonamidas, coccidiostáticos, nitrofurans e outros, resultam em resíduos na cama.

Jeffrey et al., 1998, estudaram a prevalência de patógenos Salmonela, E. coli 0157, E. coli e Campilobacter na cama de frango usada na alimentação de gado leiteiro na Califórnia. Os resultados indicaram que esse alimento da forma como foi processado pode ser usado sem grandes preocupações de contaminação do gado com esses microorganismos. Também McCaskey et al., 1997, verificaram que a cama conservada na forma de silagem misturada ao milho grão com 40% de umidade eliminou efetivamente os patógenos potenciais.

No Brasil, Schocken-Iturrino et al., 1996, estudaram o efeito do armazenamento em pilhas por 0 a 42 dias na cama de frango com casca de arroz e verificaram um decréscimo no número total de bactérias com a estocagem por 14 dias seguido de

aumento desse número. Os autores verificaram a existência de bactérias patogênicas da família das enterobactérias (*Escherichia coli*, *Proteus*, *arizona*, *Providencia*, *Edwardsiella*) e também *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, além de diversas espécies de *Clostridium*, como *C. perfringens*, *C. sordelli*, *C. chauvoei*, *C. tetani* e *C. novyi* (o *C. botulinum* não foi isolado), e algumas cepas de *Corynebacterium pyogenes*. Em outro trabalho, Schocken-Iturrino e Ávila, 1991, observaram a ocorrência de intoxicação e morte de bovinos confinados com dieta contendo cama de frango contaminada com a toxina botulínica. Mais recentemente, na África do Sul, Huchzermeyer, 1996, relatou a ocorrência de botulismo em carneiros alimentados com cama de frango. O autor alerta também para o risco de resíduos do ionóforo maduramicina, que pode causar cardiopatia em ruminantes. Também na África do Sul, Fourie et al., 1991, e Bastianello et al., 1995, verificaram a ocorrência de óbitos de bovinos e ovinos que receberam na dieta cama de frango de aves cujo alimento continha maduramicina.

No Brasil, Jorge et al., 1997, verificaram que o acúmulo de fezes e umidade na cama teve maior efeito na população de coliformes do que o tipo de cama (casca de café, palha de arroz, palha de feijão e bagaço de cana). Tobias, 1997, também estudou o armazenamento de cama de vários materiais absorventes, e constatou a eliminação de microorganismos patogênicos da cama umedecida e coberta por lona plástica após 10 dias, exceto quanto ao gênero *Bacillus*. Essa forma de tratamento, elevou a temperatura acima de 55°C durante os 10 dias, o que seria suficiente para eliminar a maioria dos patógenos potenciais, mas causando alguma perda de nitrogênio. Em contrapartida, esse processo de fermentação melhoraria a aceitabilidade da cama pelos ruminantes. Silanikove e Tiomkin, 1992, em Israel, constataram um severo dano ao fígado de vacas alimentadas com elevada quantidade de cama na dieta, chegando a causar 10 a 20% de mortes nos rebanhos quando o consumo de cama excedeu 10 kg/animal/dia.

Entretanto, o fornecimento de grande quantidade de cama na dieta de ruminantes não é comum e, segundo Bakshi e Fontenot, 1998, o armazenamento em pilhas com 30 ou 40% de umidade ou na forma de silagem com 40% de umidade, livra a cama de microorganismos patogênicos permitindo que ela seja incorporada à dieta de ruminantes sem afetar adversamente a digestibilidade ou a eficiência de utilização de nitrogênio, conforme observado anteriormente.

Outro problema que pode ser causado pelo fornecimento da cama de frango na alimentação de ruminantes está relacionado ao excesso de alguns minerais. Kunkle et al., 1981, verificaram um aumento de até cinco vezes nos níveis de cobre, arsênio e selênio da cama em relação aos níveis da ração das aves. Foram relatados casos de intoxicação e morte de ovinos devido ao excesso de cobre, mas os bovinos em geral são mais tolerantes. É preciso contudo avaliar cada mineral no balanceamento de dietas para ruminantes e, se necessário, limitar a participação da cama na dieta de forma que esses minerais fiquem dentro da faixa recomendada para cada categoria e espécie.

5 Desempenho de bovinos alimentados com rações contendo cama de frango

Em geral o desempenho de bovinos alimentados com dietas contendo cama de frango não é muito elevado. Isto porque a cama normalmente encontrada apresenta baixo teor de NDT limitando produções elevadas, seja de gado de corte ou de leite. Assim, é um alimento adequado para aquelas categorias de animais com ganhos médios, como recria de machos e fêmeas de corte, e suplementação em épocas de escassez de alimentos. Apenas excepcionalmente, quando seu valor nutritivo permite, deve ser usado para outras categorias como vacas com elevada produção ou bovinos de corte em confinamento.

Miranda et al., 1999, alimentou novilhas mestiças Holandês-Zebu com dietas à base de cana-de-açúcar e uréia ou cama de frango, não observando diferenças entre as fontes de NNP. O ganho médio diário foi de 0,63 kg/dia, bastante adequado para esse tipo de animal, mas o custo do ganho com cama de frango foi maior do que com uréia. Trabalho de Assis et al., 1973, com vacas leiteiras mestiças com média de 9,7 kg leite/dia mostrou que, nessas condições, a substituição de 50% do farelo de algodão por cama de frango não alterou a produção de leite. Da mesma forma Tiesenhausen et al., 1978, substituiu o farelo de algodão por cama de frango na alimentação de novilhos confinados com volumoso de capim elefante. Não houve diferença significativa entre os ganhos de peso ao redor de 0,800 kg/dia. ROCHA et al., 1973, usou dietas a base de cana-de-açúcar e concentrados com diferentes proporções de cama de frango para novilhos confinados. O tratamento com 25% de cama e 75% de rolão produziu os ganhos mais elevados (1,15 kg/dia), mas com um consumo de 11,0 kg de concentrado.

6 Conclusões e recomendações

Em primeiro lugar é preciso avaliar a qualidade da cama de frango a ser utilizada como alimento para ruminantes. O conhecimento da sua qualidade é fundamental em vista da heterogeneidade da composição da cama de frango, tornando impossível a formulação de dietas para bovinos sem informações sobre o material a ser fornecido como alimento. Atenção especial deve ser dada ao tipo de material absorvente usado, à quantidade de matéria mineral, ao teor de alguns elementos, como o cobre e o zinco, e aos contaminantes que possam existir.

A cama deve ser moída e peneirada para eliminar materiais estranhos e carcaças de aves. Deve ser feito o processamento da cama após sua retirada do aviário e, pelas indicações da literatura, a colocação desse material em uma pilha coberta com lona e umedecida elimina, ou pelo menos diminui de maneira considerável, os microorganismos patogênicos e, portanto, os riscos de transmissão de doenças.

Finalmente, o baixo valor nutritivo das camas de frango normalmente encontradas em nossas condições limita seu uso em dietas para animais com elevado desempenho. Assim, esse alimento seria mais indicado para condições de manutenção de animais, como durante o período de seca, complementando rações à base de cana-de-açúcar por exemplo. Para melhorar a cama como alimento é preciso usar

material absorvente de melhor qualidade, como o sabugo de milho picado e a polpa de citros.

7 Referências bibliográficas

- AL-ROKAYAN, S.A., NASEER, Z., CHAUDRY, S.M. Nutritional quality and digestibility of sorghum-broiler litter silages. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 75(1):65-73, 1998.
- ALVES, A.A., AZEVEDO, A.R., SOUSA, F.M., CIRÍACO, A.L.T. Digestibilidade e nutrientes digestíveis totais de camas de frango para ruminantes. *Rev. Bras. Zoot.*, 28(5):1037-1041, 1999.
- ANGELO, J.C., GONZALES, E.G., KONDO, N., ANZAI, N.H., CABRAL, M.M. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frangos de corte. *Rev. Bras. Zoot.*, 26(1):121-130, 1997.
- ANUALPEC99. Anuário da pecuária brasileira. FNP:Argos Comunicação, 1999. 288 p.
- ASHBELL, G., WEINBERG, Z.G., HEN, Y. Studies of quality parameters of variety ensiled broiler litter. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 52:271-278, 1995.
- ASSIS, A.G., CAMPOS, O.F., SOUSA, R.M., VILLAÇA, H.A., MORAES, J.M. Substituição parcial da torta de algodão pela cama de galinheiro em rações para vacas em lactação. *Rev. Ceres*, 20(112):445-454, 1973.
- BAKSHI, M.P.S., FONTENOT, J.P. Processing and nutritive evaluation of broiler litter as livestock feed. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 74(4):337-345, 1998.
- BASTIANELLO, S.S., FOURIE, N., PROZESKY, L., NEL, P.W., KELLERMANN, T.S. Cardiomyopathy of ruminants induced by the litter of poultry fed on rations containing the ionophore antibiotic, maduramicin. II. Macropathology and histopathology. *Onderst. J. Vet. res.*, 62:5-18, 1995.
- BHATTACHARYA, A.N., FONTENOT, J.P. Protein and energy value of peanut hull and wood shaving poultry litters. *J. Anim. Sci.*, 25(2):367-371, 1966.
- BHATTACHARYA, A.N., TAYLOR, J.C. Recycling animal waste as a feedstuff: a review. *J. Anim. Sci.*, 41(5):1438-1457, 1975.
- BRUGMAN, L.J., DICKEY, H.C., PLUMMER, B.E., POULTON, B.R. Digestibility of sterilized poultry litter. *J. Anim. Sci.*, 26:915, 1967. (abstr.).
- CHAUDHRY, S.M., FONTENOT, J.P., NASEER, Z. Effect of deep stacking and ensiling broiler litter on chemical composition and pathogenic organisms. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 74(2):155-167, 1998.
- EL BOUSHY, A.R.Y., VAN DER POEL, A.F.B. Poultry feed from waste: processing and use. London, UK, Chapman & Hall, 1.ed., 1994. 438 p.
- FIALHO, E.T., ALBINO, L.F., THIRÉ, M.C. Avaliação química e digestibilidade dos nutrientes de alimentos, para suínos de diferentes pesos. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 13(3):360-374, 1984.
- FONTENOT, J.P., WEB JR., K.E., HARMON, B.W., TUCKER, R.E., MOORE, W.E.C. Studies of processing, nutritional value and palatability of broiler litter for ruminants. *Proc. Int. Symp. On Livestock Wastes, A.S.A.E.*, 271:301-304, 1971.

- FOURIE, N., BASTIANELLO, S.S., PROZESKI, L., NEL, P.W., KELLERMANN, T.S. Cardiomyopathy of ruminants induced by the litter of poultry fed on rations containing the ionophore antibiotic, maduramicin. I. Epidemiology, clinical signs and clinical pathology. *Onderst. J. Vet. Res.*, 58:291-296, 1991.
- GARCIA, C.P., AZEVEDO, A.R., ALVES, A.A., CIRÍACO, A.L.T. digestibilidade de camas de frango à base de materiais absorventes alternativos. *Rev. Bras. Zoot.*, 26(3):524-527, 1997.
- HUCHZERMEYER, F.W. Type C botulism in sheep associated with the feeding of poultry litter. *J. S. Afr. Vet. Ass.*, 67(1):2-7, 1996.
- JEFFREY, J.S., KIRK, J.H., ATWILL, E.R., CULLOR, J.S. Prevalence of selected microbial pathogens in processed poultry waste used as dairy cattle feed. *Poultry Science*, 77:808-811, 1998.
- JORGE, M.A., MOUCHREK, E., CARNEIRO, M.I.F., MARTINS, N.R.S., RESENDE, J.S. Coliformes em cinco tipo de cama de frango em reutilização. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, 49(5):523-530, 1997.
- KUNKLE, W.E., CARR, L.E., CARTER, T.A., BOSSARD, E.H. Effect of flock and floor type on the levels of nutrients and heavy metals in broiler litter. *Poultry Science*, 60:1160-1164, 1981.
- LUCCI, C.S. *Nutrição e manejo de bovinos leiteiros*. São Paulo, SP, Manole, 1997. 169 p.
- McCASKEY, T.A., SANDHU, K.S., DAS, A.M., STEPHENSON, A.H. Microbial safety on ensiled poultry litter as ruminant feed. *Ind. J. Anim. Sci.*, 67(6):540-541, 1997.
- MIRANDA, L.F., QUEIROZ, A.C., VALADARES FILHO, S.C., CECON, P.R., PEREIRA, E.S., PAULINO, M.F., CAMPOS, J.M.S., MIRANDA, J.R. Desempenho e desenvolvimento ponderal de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana de açúcar. *Rev. Bras. Zoot.*, 28(3):605-613, 1999.
- ROCHA, J.C., GARCIA, J.A., CAMPOS, J., FONTES, C.A.A., CASTRO, A.C.G. Cama de galinheiro em mistura com milho desintegrado, como suplemento da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), para bovinos em confinamento. *Rev. Ceres*, 20(111):381-398, 1973.
- RUDE, B.J., RANKINS JR., D.L., DOZIER III, W.A. Nitrogen and energy metabolism and serum constituents in lambs given broiler poultry litter processed by three deep-stacking methods. *Anim. Prod.*, 58:95-101, 1994.
- SILANIKOVE, N., TIOMKIN, D. Toxicity induced by poultry litter consumption: effect on measurements reflecting liver function in beef cows. *Anim. Prod.*, 54:203-209, 1992.
- SCHOCKEN-ITURRINO, R.P., ÁVILA, F.A. botulismo em bovinos confinados provocado pelo consumo de cama de frango contaminada. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, 43:279-280, 1991.
- SCHOCKEN-ITURRINO, R.P., SAMPAIO, A.A.M., SAMPAIO, M.A.P.M., BERCHIERI JR., A., BERCHIELLI, S.C.P. Microbiological analyses of poultry litter used for ruminant feed. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, 48(4):435-443, 1996.
- TIESENHAUSEN, I.M.E.V., VILLELA, H., PEREIRA, C.S., VELOSO, J.A.F., CAVALCANTI, S.S. substituição do farelo de algodão pela cama de frango ou pelo esterco de galinha na engorda de novilhos confinados. *Arq. Esc. Vet. U.F.M.G.*, 30(1):89-100, 1978.

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E PREVALÊNCIA DE SALMONELLA NO PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE ABATEDOUROS AVÍCOLAS

Nascimento, V. P. Salle, C.T.P. Moraes, H.L.S. Fallavena, C.B.
Canal, C.W. Santos, L.R. Rodrigues, L.B. Leão, J.A. Pilotto, F.
 Neves, N. Nascimento, L.P.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Faculdade de Veterinária
Centro de Diagnóstico e Pesquisa em Patologia Aviária (CDPA)
Av. Bento Gonçalves, 8824 - Porto Alegre - RS - CEP.: 91.540-000
Fones: (051) 316-6130 e 316-6138 Fax: (051) 319-1062
e-mail: vladimir@orion.ufrgs.br

1 Introdução

O desenvolvimento da indústria avícola, fenômeno de caráter mundial que tem no Brasil talvez seu maior exemplo, reflete-se no surgimento de mega-companhias, nacionais ou internacionais, as quais controlam a criação e o processamento de vários bilhões de aves, quer seja diretamente como também através de seus parceiros. Por suas peculiaridades regionais, é comum constatar a existência de variados graus de especialização, intensificação e tecnologia ainda hoje convivendo, nem sempre harmonicamente, dentro do universo da avicultura.

O fato de movimentar a transformação de animais vivos em alimentos em uma escala gigantesca, o processamento de aves e seus sub-produtos resultantes geram grandes quantidades de dejetos líquidos, semi-sólidos e sólidos altamente poluentes, os quais devem ser adequadamente separados e tratados antes de serem despejados no meio-ambiente. A quantidade de sub-produtos gerados no processamento tem aumentado, devido às exigências dos consumidores por partes de frango, ao invés das carcaças inteiras. Sangue, penas, intestinos, cabeças, pés, pescoços, peles, gordura abdominal e coluna vertebral, entre outros, representam 50 a 60 % do peso vivo dos frangos, sendo que alguns destes são destinados para produzir matéria-prima para a produção de alimento para animais de estimação, sendo no entanto a maioria processada para ser reciclada como farinhas para rações para animais de interesse econômico. O reaproveitamento destes sub-produtos é pois de extrema importância, contribuindo na redução do volume de dejetos e propiciando a produção de materiais que possam ser usados na alimentação de animais ou na fertilização do solo.

O controle da poluição ambiental gerada pelas plantas de processamento avícola depende grandemente dos níveis estabelecidos como aceitáveis pelas legislações dos diferentes países. Nos países mais desenvolvidos, especialmente nos grandes aglomerados urbanos, os padrões determinados podem ser bastante rígidos, com penalizações severas e crescentes sendo aplicadas em casos de descumprimento das exigências legais. Normalmente, estes parâmetros de controle são baseados naqueles recomendados para o tratamento de dejetos de origem humana, respeitadas

as peculiaridades de cada tipo de material. Há inclusive a expectativa por parte de alguns autores de que o tratamento biológico da água utilizada no processamento venha a tornar-se o processo mais importante dentro da industrialização do produto avícola.

Embora o tema poluição ambiental inclua um sem-número de aspectos (físicos, químicos e biológicos), a abordagem neste trabalho concentrar-se-á na qualidade microbiológica dos efluentes gerados pelos abatedouros avícolas, em especial na importância da presença de bactérias do gênero *Salmonella* nestes materiais. Algumas definições de parâmetros de qualidade da água utilizados neste trabalho se fazem necessárias para uma melhor compreensão das informações apresentadas:

Coliformes totais: Grupo de microrganismos utilizados como índice de poluição da água, sendo mais facilmente isolados e identificados do que outros patógenos presentes na água, como por exemplo as salmonelas.

Coliformes fecais: Por constituírem cerca de 95% da flora intestinal, sua presença na água denota poluição fecal, e por consequência a possibilidade de contaminação por bactérias patogênicas que, por serem mais raras e mais frágeis às condições ambientais, são mais difíceis de evidenciar.

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO): É uma medida do material prontamente biodegradável em um efluente, sendo obtida ao medir-se o oxigênio consumido por microrganismos aeróbicos, quando um volume conhecido do efluente é adicionado a um volume também conhecido de água saturada em oxigênio, e incubado a 20 °C por 5 dias. Esta medida normalmente indica a concentração de poluentes remanescentes no efluente após o tratamento e antes da descarga do mesmo no ambiente. Os padrões no Reino Unido recomendam uma DBO máxima de 20 mg/l nesta situação.

2 A qualidade da água e sua utilização no processamento avícola

Diversas etapas do processo de abate e industrialização realizados nas plantas de processamento requerem o uso de água, especialmente durante a escaldagem, o depenamento, a evisceração, a lavagem e o resfriamento das carcaças. A legislação internacional, por seu turno, exige o uso exclusivo de água potável nas indústrias de alimento. No entanto, em que pese a realização de controles de qualidade nas plantas de tratamento, a água liberada pelos abatedouros podem representar um risco em potencial, inclusive pela possibilidade da presença de bactérias lesionadas pelo processo, mas ainda assim viáveis e capazes de causar danos à saúde. Da mesma forma, o fenômeno da aderência de bactérias às superfícies (canos, torneiras, chuveiros, etc.) causa a formação de um biofilme, a partir do qual estas mesmas bactérias são regularmente liberadas na água que por ali passa, consequentemente contaminando carcaças e outros produtos. Infelizmente, desconhece-se grande parte dos fatores envolvidos no processo de limpeza das carcaças de aves. Fatores como a cinética e as forças necessárias para o desprendimento dos microrganismos da superfície das carcaças, a temperatura e volume de água ideais e o design dos equipamentos são de vital importância, não podendo-se reduzir a questão a simplesmente avaliar a quantidade de água utilizada no processo, na crença de que quanto mais água, melhor será o processo. A análise microbiológica desta água

utilizada no processamento deve constituir-se em um importante elemento para o controle da qualidade microbiológica dos produtos finais produzidos no local.

3 O processamento como fonte de poluição da água

Os sub-produtos da produção e do processamento animal podem conter materiais sob a forma de carboidratos, gorduras e proteínas. Quando este tipo de material ingressa em um curso d'água, microrganismos presentes multiplicam-se rapidamente, e durante este processo utilizam-se de oxigênio dissolvido nesta água, o que pode ter como consequência a morte de peixes, além de outros efeitos indesejáveis. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), a qual já foi definida anteriormente, é um dos parâmetros de medida do poder poluente potencial dos diferentes materiais eliminados. A título de exemplificação, a excreta animal comumente possui uma DBO de 20.000 mg/l, em comparação com 350 mg/l para esgoto não-tratado e 5 mg/l para uma água de rio limpa.

Os tipos de dejetos e sub-produtos produzidos nos diferentes estágios do processamento são mostrados na Tabela 1, e incluem a manutenção das aves nos caminhões para que descansem até que chegue seu momento de seguir para o abate, quando então ocorre a **recepção dos animais na plataforma**. A quantidade de dejetos e volume de água gerados nestes momentos dependerá da defecação e perda de penas que estes animais produzirem no local. A lavagem destas áreas, além das caixas de transporte e dos próprios caminhões, demanda normalmente uma grande quantidade de água, a qual contribuirá com o volume total de efluentes a serem tratados na planta. Somente para a limpeza das caixas de transporte dos frangos em um abatedouro de tamanho médio, há um dispêndio estimado de 12,7 m³ (12.700 litros) de água por dia, com uma concentração de 900 mg/l de DBO.

Tabela 1 — Tipos de dejetos e sub-produtos produzidos nas diferentes etapas do processamento avícola

Etapa do processamento	Tipo de dejetos ou sub-produto (s-p)
Recepção	Fezes, penas, água de limpeza
Sacrifício	Sangue (s-p), água de limpeza
Escalda / Depenamento	Penas (s-p), sangue/gordura, água de limpeza
Evisceração	Vísceras (s-p), sangue, gordura, pequenos pedaços de carne, água de limpeza
Resfriamento	Sangue, gordura, pequenos pedaços de carne, água
Classificação e empacotamento	Água de limpeza
Limpeza da planta	Água de limpeza

Posteriormente, tem-se o **sacrifício e o sangramento** dos animais, operação que envolve a separação do sangue, pelo seu alto valor como sub-produto. Seu volume é estimado em 6-8% do peso dos animais, sendo o sangue considerado como tendo o mais alto nível de DBO dentre todos os tipos de dejetos avícolas, com um valor de >90.000 mg/l. Por força de ser o sangue um elemento altamente poluente, sua adequada remoção diminuirá grandemente o total de dejetos produzidos pela

planta, sem no entanto ser possível evitar alguma perda de sangue nos processos posteriores, além de haver a necessidade de lavagem dos locais e equipamentos periodicamente. Um bom procedimento de recuperação do sangue na planta pode representar até 40% a menos de carga poluente nos efluentes. Já na **escalda e no depenamento**, há a necessidade de renovação em torno de 5-8 L de água por ave, enquanto seu conteúdo poluente varia em torno de 1.000-1.500 mg/l DBO, dependendo da qualidade dos processos anteriores. As penas, que representam 3-5% do peso vivo dos frangos, são retiradas e lavadas pela água até os coletores, onde chegam com quase 80% de água no seu conteúdo, com uma DBO estimada entre 1.000 e 1.800 mg/l. Posteriormente, há a **evisceração e a lavagem** das carcaças, onde coração, moela e fígado são retirados e levados por corrente de água até depósitos, para serem posteriormente separados e processados. Paralelamente, os intestinos também sofrem semelhante processo de separação, tendo no entanto outra destinação. Evidentemente, a possibilidade sempre presente de rompimento de intestinos durante o processo pode representar um significativo aumento na quantidade de microrganismos liberados nos efluentes da planta. A evisceração é responsável por cerca de 1/3 de toda a carga poluente liberada, já que mesmo após a filtragem a água poderá conter pequenos pedaços de tecido, gordura, areia e resíduos de sangue. Isto equivaleria a uma DBO de 1.700 a 2.600 mg/l para os efluentes gerados pelo processamento das vísceras. Estima-se a necessidade de pelo menos 2 litros de água por ave, neste processo. Finalmente, há o **resfriamento**, o qual servirá para retardar o crescimento bacteriano no produto, tanto aquele responsável pela diminuição do tempo de prateleira do produto quanto aquele referente a microrganismos patogênicos como a *Salmonella*. A legislação da União Européia exige a utilização de uma quantidade de até 6 litros de água por ave nesta etapa do processamento. Durante esta etapa, a qual pode facilitar a contaminação cruzada entre as carcaças, quantidades de matéria orgânica, gordura e pequenos pedaços de pele continuam a ser lavados e misturados à água dos chillers, o que pode representar até 8% da DBO total do abate, com valores que vão desde cerca de 1.000 mg/l no pré-chiller a 750 mg/l no chiller. O **processamento posterior** dos produtos, com cozimento e preparação de alimentos prontos para comer e com maior valor agregado, significam uma maior demanda por água, tanto para sua preparação como para a limpeza dos utensílios e do equipamento, processos os quais geram consideráveis quantidades de pedaços de carne e gordura bastante pequenos, comprometendo ainda mais a carga dos efluentes a serem tratados.

A **limpeza da planta** propriamente dita é também de enorme importância, podendo haver grande variação devido a peculiaridades de cada abatedouro. Deve-se destacar a importância da utilização de detergentes e produtos de limpeza que sejam biodegradáveis e que não interfiram com o tratamento dos efluentes. Os hipocloritos e alguns derivados da amônia quaternária reagem com a matéria orgânica, formando substâncias inativas. Estima-se que a água utilizada para a lavagem das instalações represente uma DBO de cerca de 2.500 mg/l.

A quantidade total de água utilizada no processamento industrial de frangos de corte permite um elevado grau de variação entre as estimativas, em grande parte pela não especificação da extensão da reciclagem desta mesma água dentro da planta. No entanto, é possível estabelecer valores que vão desde 10 até 55 litros de água por ave. No Brasil, segundo Northcutt e Russell (1998), os abatedouros de aves utilizam,

em média, cerca de 15 litros de água por ave processada, sendo este valor quase a metade da quantidade média utilizada, por exemplo, nos EUA (26 litros/ave). Em uma planta que abata cerca de 300.000 aves por dia, no Brasil, isto ainda assim representaria a necessidade de um suprimento diário de 4500 m³ de água potável (4,5 milhões de litros). A legislação brasileira (Regulamento Técnico de Inspeção da Carne de Aves, do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA do Ministério da Agricultura e do Abastecimento - MAA, 1997) prevê o uso de 30 litros/ave, permitindo no entanto o uso de volumes inferiores, desde que aprovados pelo DIPOA.

4 O tratamento e a testagem da água utilizada no abatedouro

Os métodos para tratamento da água utilizada no abate e também o design dos equipamentos destinados ao uso industrial têm tido uma evolução muito rápida, sendo que muitos deles já estão em uso em plantas avícolas. O tratamento poderá ser bastante simples ou complexo, dependendo da consciência ambiental da empresa e também especialmente da legislação existente. Problemas adicionais podem ser os períodos de pico de produção e a diferença na composição da água produzida durante a produção e durante os períodos de limpeza da planta. Por outro lado, a possibilidade de uso adequado dos sub-produtos (penas, sangue e vísceras) para alimentação animal por parte da indústria pode tornar-se difícil no futuro, já que a opinião pública nos países industrializados está se voltando contra o uso destes sub-produtos para este fim, mesmo após o tratamento por calor, até agora o principal método utilizado para a reciclagem destes materiais. Esta prática diminui consideravelmente a quantidade de dejetos que seriam misturados aos efluentes, sendo hoje um dos principais fatores que contribuem para manter limpo o meio-ambiente. Basta lembrar que somente nos EUA, a indústria recicla aproximadamente 20 milhões de toneladas de sub-produtos do abate e processamento de animais (bovinos, suínos e aves). Uma estimativa do destino dos sub-produtos do processamento avícola na Holanda é mostrada na Tabela 2.

Freqüentemente, o problema se coloca em termos de administrar a necessidade de cumprir a lei e de evitar, por seu descumprimento, um possível fechamento da planta, a partir de ações cada vez mais comuns por parte das comunidades locais, mas não descuidando da preservação da competitividade econômica da empresa, sem a qual a mesma se vê limitada na sua capacidade de buscar ativamente soluções tecnológicas para o problema, além de restringir seus mercados.

Quanto ao **tratamento** da água utilizada na planta, este tem o objetivo de possibilitar a introdução dos efluentes tratados no ambiente, sem levar à poluição do mesmo, sendo este processo realizado a um custo que seja compatível e não inviabilize a operação lucrativa da planta de processamento. Os efluentes deverão ser, normalmente, peneirados para a remoção de pedaços de carne, penas e vísceras que foram lavados no processo. Posteriormente, usam-se retentores de gordura em tanques, onde a mesma sobe para a superfície e é então removida e reprocessada. Finalmente, lagoas ou tanques de sedimentação auxiliam na remoção de sólidos, os quais ficam no fundo e devem ser removidos periodicamente. Uma filtração final para

Tabela 2 — Estimativa do destino proporcional dos sub-produtos do processamento avícola na Holanda (adaptado de Veerkamp, 1994)

Sub-produto	Consumo humano (%)	Alimentos para animais (%)	Desossa (%)	Transformação em farinhas (%)
Sangue	0	0	0	100
Penas	0	0	0	100
Cabeças	0	60	0	40
Pés	0	60	0	40
Intestinos	0	40	0	60
Moelas	30	50	0	20
Fígados	80	20	0	0
Corações	40	40	0	20
Pescoços	20	0	80	0
Pele	80	0	0	20
Gordura abdominal	60	0	0	40
Coluna vertebral	30	0	70	0
Todos os sub-produtos	28	20	14	38

retirar partículas finas em suspensão e um tratamento químico e/ou biológico posterior visam reduzir a quantidade de elementos indesejáveis, como os nitratos, e também reduzir os níveis de DBO da água e a presença de microrganismos para dentro de limites aceitáveis para a descarga no sistema de tratamento público, ou mesmo para possibilitar o reaproveitamento da água pela própria planta. Estes tratamentos incluem a aeração para ativar as bactérias, na qual agitação mecânica dos efluentes tem lugar em grandes reservatórios, ou por filtração, onde as bactérias também agem sobre os dejetos. Possíveis tratamentos químicos incluem a adição de cal, formalina, persulfato de amônia ou ácido fórmico, entre outros. Ao final, uma cloração desta água pode ser realizada para eliminar os microrganismos patogênicos como coliformes fecais e as salmonelas.

A **testagem da água** utilizada deverá ser realizada tanto naquela que é recebida para uso no processamento (na entrada e nos pontos de uso) quanto nos efluentes que deixam o sistema de abate. No caso da água que chega na planta, esta deverá ser testada pelo menos uma vez ao ano, devendo os pontos de uso dentro do sistema serem testados pelo menos uma vez ao mês para suas características microbiológicas. Qualquer variação nos parâmetros de qualidade da água deve ser investigada, e uma possível deterioração pode levar ao bloqueio de partes das instalações até que o problema seja resolvido, podendo chegar ao fechamento da própria planta, se os limites de segurança da qualidade da água forem largamente ultrapassados. Coliformes podem até ser eventualmente encontrados na água, desde que em pequeníssimas quantidades e muito infreqüentemente. Já a presença de *Escherichia coli*, estreptococos fecais ou clostrídios sulfito-redutores indicam que a água não está em condições de uso. O Ministério da Saúde do Brasil, através da Portaria no. 36/90, regulamenta as normas de potabilidade de águas destinadas ao consumo humano no território nacional, sendo que esta demanda níveis de

qualidade que proíbem a presença de coliformes fecais em 100 mL de amostra, e também de coliformes totais em 100 mL de amostra, quando esta for coletada da rede de distribuição. Mesmo no caso de água não canalizada e sem tratamento (poços artesianos, fontes, nascentes, etc.), apenas em 5% das amostras coletadas há a tolerância da presença de até 10 coliformes totais em 100 mL da amostra. A frequência de coleta deverá ser no mínimo semanal, podendo chegar a ser realizada mais de 3 vezes ao dia, quando abastecer mais de 100 mil pessoas. A água para uso em abatedouros no Brasil não deve demonstrar, na contagem global, mais de 500 microrganismos por mililitro e <22 coliformes totais por grama de amostra (art. 62 do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA - do MAA). No entanto, em outros países como os EUA e o Reino Unido, a água a ser usada no abatedouro deve ter a mesma qualidade exigida para a água destinada ao consumo humano.

5 A prevalência de Salmonella na água utilizada no abatedouro

Provavelmente em função da existência de todos estes elementos de controle indiretos descritos anteriormente, não é de todo surpreendente as pouquíssimas referências específicas registradas na literatura, em especial a da área avícola, relativamente à presença de salmonelas nos efluentes de abatedouros avícolas. De certa forma, isto também se deve às características deste microrganismo, reconhecidamente um mau competidor em relação a outros presentes na natureza. Os efluentes de abatedouro, possuem quantidades muito mais elevadas de outros microrganismos, os quais são inclusive utilizados para possibilitar a fermentação dos dejetos, obtendo-se ao final um produto passível de ser utilizado como adubo ou mesmo uma água capaz de ser retornada ao ambiente. Há uma preocupação muito maior atualmente com a testagem e verificação da presença de salmonelas nos diferentes pontos do processamento dentro do abatedouro. Tanto isto é verdade que normalmente o Serviço de Inspeção Federal brasileiro procede uma coleta mensal de amostras de água de vários pontos fixos dentro do frigorífico (plataforma, abate, sala de cortes, graxaria, etc.), enviando os mesmos para análise no laboratórios oficiais do MAA (LARA). As únicas amostras oficiais realizadas com os efluentes dos abatedouros no Estado do Rio Grande do Sul são as realizadas semanalmente pela Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente (FEPAM), a qual limita-se a medir a DBO, não detendo-se em parâmetros microbiológicos que avaliem, por exemplo, a presença de patógenos como a *Salmonella*. Fica-se, portanto, na dependência da testagem extra-oficial que pode ou não ser realizada pelas próprias empresas. Estas, no entanto, normalmente concentram sua preocupação na qualidade microbiológica dos sub-produtos do processamento, como por exemplo as farinhas de pena e sangue e de vísceras, as quais são coletadas e analisadas semanalmente pelas empresas e mensalmente pelo MAA. Estes sub-produtos, embora submetidos a tratamento térmico que deveria eliminar a presença de salmonelas, com muita frequência são dados como positivos para as mesmas, o que denota uma possível contaminação cruzada pós passagem pelo digestor. Da mesma forma, sabe-se que a presença de *Salmonella* nas aves que entram no processo de abate será muito provavelmente

amplificada pela contaminação cruzada determinada pelo contato com superfícies e líquidos do próprio processo, o qual foi desenvolvido para justamente atingir um efeito oposto, de diminuição da carga microbiana. Autores consideram a possibilidade de um lote com 5% de positividade para *Salmonella* na chegada à plataforma poder ter parte de seu produto final correspondente apresentando mais de 20% de positividade, dependendo das condições de cada planta.

A partir destes dados, não pode haver complacência no sentido de minimizar a possibilidade de haver a presença de *Salmonella* nos efluentes do processamento, já que todas as etapas do mesmo envolvem o uso e a descarga de grandes quantidades de água, tanto para o processo em si como para a limpeza das instalações, como já foi descrito anteriormente.

Em geral, os trabalhos falam em contaminação ambiental, muito raramente discriminando a água, em especial a dos efluentes de abatedouro (com a possível exceção para a água para o consumo humano). Trabalham normalmente com contagens de coliformes e DBO, como screening, verificando assim, indiretamente, a possibilidade de haver a presença de salmonelas. Entretanto, nem sempre a densidade da presença de microrganismos indicadores é capaz de refletir a segurança microbiológica da água, já que, sob algumas circunstâncias, bactérias patogênicas podem ser isoladas de águas contendo poucos coliformes, havendo inclusive trabalhos que detectaram situações onde houve uma baixa correlação entre estes dois parâmetros (Tobias & Heinemeyer, 1994). Paralelamente a isto, estes pouquíssimos dados disponíveis sobre a condição microbiológica dos efluentes no tocante à presença de *Salmonella* refletem uma quase total preocupação com a água captada para uso na planta, e não tanto com o resultado do tratamento desta mesma água após o seu uso no abate, a qual passará por cursos d'água antes de ser reaproveitada, podendo pois causar problemas de contaminação ambiental. Exemplos de problemas advindos do lançamento de dejetos avícolas em rios são abundantes, sendo um dos mais notórios o último surto de Doença de Newcastle registrado do Estado do RS, no início dos anos 80, onde o surto se alastrou através da água do rio onde eram jogados detritos e dejetos das aves mortas pela doença, água esta que era utilizada por outros criadores da região.

As conseqüências da presença de *Salmonella* na água podem ser graves, como provam os vários incidentes como os surtos ocorridos no Estado de Nova Iorque (EUA) em 1976, com 750 casos de intoxicação em humanos por *S. Typhimurium* presente na água, e como os freqüentes casos ocasionados pelo consumo de ostras contaminadas especialmente por *S. Typhi*, as quais haviam sido criadas em reservatórios de água contaminados com dejetos humanos e animais. A possibilidade, cada vez mais presente, da disseminação da criação de peixes com restos provenientes de suínos e aves é extremamente preocupante, principalmente por haver esta carência de dados referentes à presença de salmonelas nos dejetos e efluentes, os quais podem vir a ser utilizados *in natura* diretamente na criação destes peixes. Da mesma forma, os cada vez mais freqüentes relatos de aumento na resistência a antimicrobianos em amostras de *Salmonella sp.* isoladas de aves no Brasil (de 46,1% em 1983 para quase 70% em 1998, de acordo com Seki et al. (1999)) têm grande significância de saúde pública, já que a passagem desta resistência através de plasmídios para humanos, a partir do consumo de produtos de origem animal, deve merecer toda a atenção.

É geralmente aceita a pouca probabilidade de haver multiplicação de salmonelas em águas relativamente limpas, situação que pode mudar no caso de águas poluídas, onde exista uma adequada presença de nutrientes, pH e temperatura, a partir dos quais pode haver uma lenta multiplicação desta bactéria.

Têm-se abundantes dados que indicam a presença de *Salmonella* nos frangos antes do abate, nos diversos pontos críticos dentro da linha de abate, nos produtos finais e nas farinhas (sub-produtos - graxaria). É lícito supor-se portanto que também deveríamos encontrar mais freqüentemente a bactéria na água que deixa a planta. As causas pelas quais a presença de *Salmonella* não é tão reportada podem ser várias, as mais importantes sendo o tratamento a que são submetidos os efluentes, as enormes quantidades de bactérias competidoras que inviabilizariam a multiplicação daquela, a qual não chegaria a atingir níveis detectáveis e que pudessem causar problemas, havendo inclusive a possibilidade da mesma não sobreviver por períodos muito longos, em determinadas circunstâncias. Finalmente, a normalmente pequena amostragem (uma amostra) e a relativamente baixa periodicidade (uma vez ao mês, às vezes uma vez ao ano) também não contribui no sentido de ter-se um conjunto de dados mais confiável neste aspecto.

Alguns trabalhos publicados em diferentes períodos abordando o aspecto referente à presença de salmonelas nos efluentes, cursos d'água e água potável são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 — Levantamento sobre relatos de análise de efluentes e águas em geral relativos à presença de bactérias do gênero *Salmonella*

Local (país)	Material analisado	Amostragem	Nº de amostras positivas para <i>Salmonella</i> e % sobre o total	Autor e ano
Alemanha	dejetos animais distribuídos em plantações (coletados após 5 semanas nas plantas e após 10 semanas na superfície do solo)	303 amostras totais	26% de amostras positivas nas plantas e 59% na superfície do solo	Strauch (1991)
Araraquara (SP, Brasil)	água (de lagos, reservatórios, rios, fontes, poços artesianos e não artesianos, piscinas tratadas e de torneiras)	208 amostras	26 (12,5%)	Valentini et al. (1995)
Austrália	5 pontos de coleta de água dentro de uma criação comercial de suínos e de seus tanques de tratamento de efluentes	15 amostras (3 de cada ponto)	todas positivas (100%), mesmo após a passagem pelos tanques de tratamento, gerando 162 sorovares diferentes	Henry et al. (1995)
Áustria	peixes criados em rio considerado "poluído"	Não informada	64% de positividade	Williams (1975)

Tabela 3 — Continuação...

Local (país)	Material analisado	Amostragem	Nº de amostras positivas para Salmonella e % sobre o total	Autor e ano
Belém (PA, Brasil)	águas de esgoto e de superfície	77 amostras	45 positivas (58,4%)	Loureiro et al. (1997)
Bolívia	quatro pontos de coleta de água do rio La Paz	não informada	03 amostras positivas	Ohno et al. (1997)
Califórnia (EUA)	efluentes de 12 plantas de tratamento de esgotos	370 amostras	8 plantas positivas na amostragem interna (67%) e 11 na externa (92%)	Kinde et al. (1997)
Canadá	efluentes de 7 plantas de tratamento de esgoto, 2 abatedouros avícolas e 4 enlatadoras de vegetais	não informada	positividade detectada em 5 das 7 plantas de esgoto e nos efluentes dos dois abatedouros, mas nada nos efluentes das enlatadoras.	Menon (1985)
Escócia	águas de sistema de esgoto e efluentes de abatedouro	não informada	317 isolados do esgoto e 48 isolados dos efluentes do abatedouro	Linklater et al. (1985)
Escócia	águas de sistema de esgoto e efluentes de abatedouro	não informada	315 isolados, distribuídos entre 37 diferentes sorotipos	Johnston et al. (1986)
Estado de São Paulo (Brasil)	água utilizada no abatedouro avícola (torneira, tanque de escaldagem e de pré-resfriamento)	36 amostras (12 de cada ponto de coleta)	zero na torneira (0%), 5 na escalda (42%) e 4 no pré-resfriamento (33%)	Berchieri Jr. et al. (1987)
Estado de São Paulo (Brasil)	fezes das aves recebidas, carcaça depenada, carcaça com vísceras embalada pronta para consumo e farinhas de subprodutos do abatedouro avícola	48 amostras (12 de cada ponto de coleta)	4 nas fezes (33%), 1 na carcaça depenada (8%), 3 na carcaça com vísceras (25%) e 4 nas farinhas (33%)	Berchieri Jr. et al. (1987)
França	água, a partir de vários pontos de coleta dentro de 15 plantas de proc. de frangos e perus	500 amostras	01 (0,2%) (água abastecendo a evisceradora)	Colin & Alo (1991)
Índia	água do Rio Ganges	407 amostras	04 positivas (1%)	Sen et al. (1993)
Noruega	água de esgoto (in natura e pós-tratamento)	não informada	130 salmonelas por 100 ml de água in natura e 3 na água tratada	Langeland (1982)
Porto Alegre (RS, Brasil)	águas de esgoto e de superfície	não informada	06 amostras positivas	Pilz et al. (1999)
Rio de Janeiro (RJ, Brasil)	estações de tratamento de águas residuais	328 amostras	30 amostras positivas (9,1%)	Vilardo et al. (1997)
Tennessee (EUA)	águas de poços de 65 granjas de aves	105 amostras	08 positivas (7,6%)	Goen (1998)

O crescente aumento de dejetos animais resultante da constante expansão da indústria avícola tem contribuído sobremaneira para o problema do tratamento e destino destes dejetos. A possibilidade de contaminação de humanos a partir do consumo de água de má qualidade em razão da contaminação ambiental produzida pela indústria de alimentos tem colocado esta última sob pressão da opinião

pública, devendo lidar com este volume cada vez maior de efluentes, sem deixar de cotejar os critérios de consciência ambiental com os custos de tratamento dos dejetos, preservando a lucratividade sem afetar a imagem da empresa. Uma previsão quase óbvia é de que o consumidor, estando cada vez mais atento às questões ambientais, deverá no futuro eleger este como um dos principais parâmetros a serem levados em conta pela população na hora de escolher suas marcas preferidas nas gôndolas dos supermercados. Caberá aos governos e às próprias indústrias encontrarem um denominador comum em termos de legislação e disposição em melhorar as condições ambientais, o que permitirá uma convivência não destrutiva com os recursos naturais disponíveis.

As referências bibliográficas utilizadas podem ser obtidas por e-mail junto ao primeiro autor.

6 Agradecimento

O primeiro autor gostaria de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa.

POULTRY DIET MANIPULATION TO REDUCE OUTPUT OF POLLUTANTS TO ENVIRONMENT

R.S. Gates

Professor, Biosystems & Agricultural Engineering University of Kentucky
Lexington KY 40546-0276 USA

1 Abstract

A series of experiments was initiated in June 1999 to evaluate the efficacy of dietary manipulation on ammonia (NH₃) and other gaseous emissions, broiler litter total ammoniacal nitrogen (TAN), litter pH and moisture content and broiler chicken performance. Dietary treatments consisted of four levels of crude protein (CP): a conventional High CP diet (Hi), a very Low CP diet (Low), and two intermediate CP diets (M-Hi and M-Low) obtained by mixing the High and Low CP diets. Respective CP levels used in the grower and finisher diets were as follows: Treatment Hi - 23.0% and 22.5%; Treatment M-Hi - 20.8% and 20.0%; Treatment M-Low - 18.5% and 17.5%; and Treatment Low - 16.3% and 15.0%. All diets were formulated to the same minimum digestible amino acid levels in the ratios to lysine similar to those suggested by Baker, 1994. Levels of threonine, tryptophan and arginine were increased slightly above minimum levels which had shown responses in previous studies (Hussein et al. 2000a; Baker, 1994). Experimental design consisted of 12 replications of each treatment, blocked by room ventilation quadrant. Collected data included bird performance at 42 days; litter characteristics including temperature, pH, moisture content, total ammoniacal nitrogen (TAN), and equilibrium NH₃ gas concentration at end of each trial; and bird carcass characteristics for the second experiment. The trial completion dates were August, October and December with three weeks between flocks.

Results of the first three trials to date indicate that a diet with reduced CP and supplemental amino acids may achieve satisfactory bird performance. Body weights at day 42, in Trials 1 and 2, were significantly heavier for Hi and M-Hi treatments compared with M-Low and Low treatments. In Trial 1, feed intake for Hi and M-Hi treatments were significantly greater but not in Trials 2 and 3. In all 3 trials, birds on the Low CP treatment had significantly poorer feed conversion; there was no difference between M-Hi and Hi diets. After three flocks raised on the same litter, pens for birds on the Hi diet exhibited significantly greater concentrations of equilibrium NH₃ gas. Mean litter pH ranged from 7.65 to 8.78 over the three trials, with the Hi CP treatment corresponding to maximum pH and Low diet corresponding to the lowest measured pH. While the diets used in this study are not yet optimal, they have demonstrated that lower CP diets can be used to control waste N and equilibrium NH₃ gas.

Keywords - total ammoniacal nitrogen, volatilization, dietary crude protein, poultry nutrition, environmental pollution, Henry's Law, methane, carbon dioxide

2 Introduction

Livestock and poultry feed constitutes the greatest expenditure to management of confined animal feeding operations (CAFO). Modern broiler chicken strains may have gross feed to gain ratios of 1.8 to slightly over 2 kg feed per kg live weight gain, remarkably more efficient than just a decade ago. Yet, modern broiler rations are rich in dietary crude protein (CP), and that which is not digested is deposited onto litter as waste. Dietary CP is roughly 6.25% N, and undigested CP in the diet is broken down by bacteria into ammoniacal nitrogen (ammonia NH_3 , and ammonium NH_4^+). Management of broiler house environment is a study in conflict between the need for temperature and humidity control for optimal bird performance, feed conversion efficiency (which decreases with reduced house temperature), and energy conservation. Ventilation is used to remove moisture and noxious gases including ammonia, methane and carbon dioxide; some minimum ventilation is generally needed regardless of how cold outside temperature may be - hence there is direct energy cost associated with ventilation for indoor air quality. With the advent of modern nipple waterers, most broiler operations are experiencing less difficulty with interior moisture but greater incidences of dust, NH_3 and CO_2 . Indeed, recent research suggests that recommendations for minimum ventilation should be made based on minimum acceptable CO_2 and NH_3 concentrations, rather than moisture (Xin et al, 1996).

Broiler litter is comprised of a mixture of fecal material and organic matter, typically wood shavings, chips, or rice hulls. Many commercial operations completely replace litter only after several flocks have been raised; and rely on a combination of vigorous mixing, de-caking and addition of a small volume of fresh litter material between flocks. As a consequence, build-up of nitrogenous compounds can be significant and with the proper mix of moisture, pH and temperature, ionized ammonia (NH_4^+) becomes unionized and can volatilize from the litter surface to the room, and hence to the atmosphere. Elevated levels of NH_3 are associated with increased respiratory stress for both poultry and workers, and control of NH_3 concentration is done chiefly by ventilation.

Enhanced conversion of dietary CP can be accomplished by fine tuning rations to better match birds' nutrient requirements, primarily by ensuring that at a given energy density there are sufficient concentrations of all limiting essential amino acids. In principle, if one knows the proper levels of amino acids (AA) to feed, then one might be able to achieve comparable bird growth and feed conversion efficiencies with reduced dietary CP. Optimal AA profiles depend on genetics, environment, and interactions with other nutrients. We have found that benefits of reduced CP with enhanced AA levels include improved feed utilization, and reductions in waste litter N (Ferguson et al, 1998ab). However, we have not been able to demonstrate significant reduced equilibrium NH_3 gas concentrations measured at the litter surface, although we have measured reduced litter N as obtained by various techniques. Our work has been limited to first or second flocks on fresh litter, however, and with 3 to 5 replications per treatment. A multiple-flock trial with a greater number of replications, in which dietary CP is varied with concurrent enhancement of AA profiles, was designed to determine whether there are environmental benefits to this strategy.

3 Objective

The objective of this research was to test the hypothesis that reducing dietary CP below current commercial levels, with simultaneous enhancement of AA levels, will result in similar bird performance but reduced litter N, and reduced NH₃ volatilization from litter, when evaluated over multiple flocks raised on the same litter.

4 Material and methods

Corn-soybean meal grower and finisher diets were formulated based on previous work (Cantor et al, 1998; Ferguson et al, 1998ab; Gates et al, 1998ab; Hussein et al, 2000ab). Twelve replicate groups of 24 chicks were assigned to each of four treatments. Chicks were housed in floor pens (122 x 183 cm; 4 x 6 ft) equipped with tube feeders and nipple drinkers (4 nipples/pen). All chicks were fed the same broiler starter diet during days 1-17. The experimental grower and finisher diets were fed during days 18-35, and 35-42, respectively. Respective CP levels used in the grower and finisher diets were as follows: Treatment Hi - 23.0% and 22.5%; Treatment M-Hi - 20.8% and 20.0%; Treatment M-Low - 18.5% and 17.5%; and Treatment Low - 16.3% and 15.0%. All diets were formulated to the same minimum digestible amino acid levels in the ratios to lysine similar to those suggested by Baker (1994). Levels of threonine, tryptophan and arginine were increased slightly above minimum levels which had shown responses in previous studies (Hussein et al. 2000a; Baker, 1994). Diets in Trials 2 and 3 had L-Glycine added to meet the Glycine+serine levels suggested in NRC (1994). The two intermediate diets were formulated by 1:2 and 2:1 mixing of the Hi and Low treatments, yielding a medium-high CP diet similar to current commercial mixes and a medium-low CP diet that is below values currently used.

The experimental design was a one-way classification, with diet as main effect and room ventilation system quadrant as a block. Each flock utilized 12 replications x 4 treatments x 24 birds = 1,152 birds. No replacements were provided for birds that died after the experimental grower and finisher diets were initiated, and data were adjusted to reflect actual birds per pen.

All birds were located in a single room at the University of Kentucky Poultry Research Facility, and provided with ad libitum feed and water. Ventilation was provided to pairs of pens via a specially constructed distribution diffuser from overhead ducting to ensure similar airflow rates for each pen; ventilation was adjusted based on both temperature and interior air quality. Minimum ventilation (approximately 0.75-1 cfm/bird) was provided with one, or two, variable speed exhaust fans operated by a static pressure controller; fresh air was distributed amongst the pens via the ductwork. As interior temperature rose above setpoint, a positive supply blower provided fresh air into the ducting and the exhaust fans increased speed to maintain a slight negative pressure in the room. During cold weather when chicks were young, one or both exhaust fans could be shut off.

After each growout, birds were removed from the room and litter characteristics were obtained over the course of the following two days. Measurements included: equilibrium ammonia gas, carbon dioxide and methane obtained with a photoacoustic infrared technique according to the procedures outlined in Gates et al (1997, 1998a),

Ferguson et al (1998ab) and Hussein et al (2000b). Sampled litter properties included: moisture content, pH, and total ammoniacal nitrogen (TAN) obtained according to the methods described in Liberty et al (2000). Litter pH reported in this study was obtained using a soil pH probe, wetting samples with distilled de-ionized water to achieve 60% moisture content (Liberty et al, 2000). Litter samples were taken from the same location where equilibrium gas concentrations were obtained, equidistant between feeder and waterer, from the top 2cm. Litter temperature at surface and about 3 cm beneath surface were recorded during gas sampling.

Flocks were started in late July, mid-September and early November, 1999. Hot weather during some of Trial 1, and nearly all of Trial 2, resulted in maximum ventilation (6.5 cfm/bird) during the grow out; cool to cold weather during Trial 3 resulted in minimum ventilation for the entire flock (approximately 0.75-1cfm/bird).

Data were analyzed with diet as the main treatment. Response variables included bird weight at 42d, feed intake and conversion efficiency during growing phase, equilibrium gas concentrations at the litter surface, litter total ammoniacal N (TAN), and litter pH. Where the diets were found to be significant, LSD means were calculated for purposes of comparison between treatment means.

5 Results and discussion

Diets used are listed in Tables 1 (Flock 1) and 2 (Flocks 2 & 3). The principal difference in diets was inclusion of L-Glycine after the first flock. Summary bird performance data are given in Table 3, along with means comparisons. Dietary treatment was significant for body weight in Trials 1 and 2, but not Trial 3. For Trials 1 and 2, body weights were significantly greater for Hi and M-Hi treatments compared with the M-Low and Low treatments. Feed intake was significantly different among treatments in Trial 1, but not affected by diet in Trials 2 or 3. In all three trials, birds on the Low CP treatment had significantly poorer feed conversion; there was no difference between M-Hi and Hi diets. There was also a significant difference between M-Low and M-High diets in Trial 2, but not in Trials 1 or 3. Further efforts to fine-tune these diets are planned; however, the similar performance of the M-Hi and M-Low diets is promising in demonstrating that reduced dietary CP with properly formulated nutrient profiles can give near equal production results.

Summary results for litter N, as measured by equilibrium NH₃ gas, TAN, and pH are listed in Table 4 and graphed in Figure 1. Laboratory analyses for Trial 3 were unavailable at the time of writing, so only Trials 1 and 2 list TAN. Litter surface temperature prior to sampling is plotted in Figure 2. There was a temperature rise during each day for Trial 2 (15-21 oC), but stable, cool conditions for Trial 3 (15-16 °C).

Equilibrium NH₃ gas concentration was affected by dietary CP: equilibrium NH₃ gas decreased with level of CP in diet. The Hi treatment pens had significantly greater equilibrium NH₃ gas than did the pens with the other three diets. Equilibrium NH₃ gas from pens with Hi and M-Hi diets was significantly different, but M-Low and Low CP treatments were not significantly different. Figure 1 is a graph of equilibrium NH₃ gas by treatment, over all three trials. Mean concentrations from Trial 3 were greater than the first two trials. The large variability noted in earlier trials (Ferguson et al, 1998ab; Gates et al, 1997, 1998ab; Hussein et al, 2000b) was also evident in these studies, but

Table 1 — Dietary ingredients (%) used for Flock 1

Dietary Content	Starter Ration	Grower Ration				Finisher Ration			
		High CP	Medium High CP	Medium Low CP	Low CP	High CP	Medium High CP	Medium Low CP	Low CP
		60.2	51.3	57.6	63.9	70.2	53.0	60.08	67.16
Soybean	31.2	39.2	32.8	26.4	20.1	37.9	30.91	23.88	16.85
Corn Oil	4.4	5.7	5.3	4.9	4.4	5.64	5.12	4.59	4.07
L-Lysine	0.13	0.00	0.12	0.24	0.36	0.000	0.115	0.230	0.345
L-Arginine	0.00	0.00	0.09	0.18	0.26	0.000	0.082	0.165	0.247
DL-Meth	0.25	0.12	0.17	0.23	0.28	0.084	0.136	0.189	0.241
L-Threonine	0.0	0.0	0.06	0.12	0.19	0.000	0.055	0.111	0.166
L-Tryp	0.0	0.0	0.02	0.04	0.05	0.000	0.017	0.035	0.052
L-Isoleucine	0.0	0.0	0.03	0.05	0.08	0.000	0.029	0.057	0.086
L-Valine	0.0	0.0	0.02	0.04	0.07	0.000	0.017	0.035	0.052
DiCal	1.84	1.60	1.72	1.84	1.96	1.51	1.60	1.69	1.78
Limestone	1.33	1.42	1.39	1.36	1.34	1.21	1.22	1.22	1.22
Salt	0.40	0.40	0.41	0.42	0.42	0.37	0.38	0.39	0.40
Vit. & Min.	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Calculated composition									
ME kcal/kg	3180	3180	3213	3247	3280	3200	3233.33	3266.7	3300
Protein	20.1	23.0	20.77	18.53	16.3	22.5	20.00	17.50	15.0
Nitrogen	3.21	3.68	3.23	2.78	2.33	3.60	3.20	2.80	2.40
Dig. Arg	1.23	1.46	1.36	1.25	1.15	1.43	1.30	1.17	1.04
Dig. Ile	0.85	1.01	0.91	0.80	0.69	0.99	0.87	0.75	0.63
Dig. Lys	1.10	1.19	1.13	1.06	1.00	1.16	1.08	0.99	0.91
Dig. Met	0.55	0.46	0.48	0.51	0.53	0.42	0.44	0.46	0.48
Dig. M+C	0.82	0.77	0.76	0.76	0.75	0.72	0.71	0.70	0.68
Dig. Thr	0.70	0.82	0.78	0.75	0.72	0.80	0.75	0.70	0.66
Dig. Try	0.21	0.25	0.23	0.22	0.20	0.24	0.22	0.20	0.18
Dig. Val	0.95	1.09	0.99	0.90	0.80	1.07	0.96	0.84	0.73
Avail. Phos	0.45	0.42	0.43	0.44	0.45	0.40	0.40	0.41	0.41
Calcium	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.91	0.91
Sodium	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.17	0.17	0.18	0.18

Table 2 — Dietary ingredients (%) used for Flocks 2 and 3. Glutamic acid was added and contents adjusted accordingly

Dietary Content	Starter Ration	Grower Ration						Finisher Ration						
		High CP		Medium		Low CP		High CP		Medium		Low CP		
		High CP	Medium	High CP	Medium	Low CP	High CP	Medium	High CP	Medium	Low CP	High CP	Medium	Low CP
Corn	60.2	51.3	57.8	64.2	70.7	60.16	53.0	37.9	30.76	67.26	74.39			
Soybean	31.2	39.2	32.6	26.0	19.4	30.76	37.9	5.64	5.12	23.57	16.39			
Corn Oil	4.4	5.7	5.2	4.8	4.4	5.12	5.64	0.00	0.120	4.60	4.09			
L-Lysine	0.13	0.00	0.13	0.25	0.38	0.120	0.00	0.00	0.087	0.241	0.361			
L-Arginine	0.00	0.00	0.09	0.19	0.28	0.087	0.00	0.00	0.138	0.175	0.262			
DL-Meth	0.25	0.12	0.18	0.23	0.29	0.138	0.084	0.00	0.058	0.192	0.246			
L-Threonine	0.0	0.0	0.07	0.13	0.20	0.058	0.00	0.00	0.018	0.115	0.173			
L-Tryp	0.0	0.0	0.02	0.04	0.06	0.018	0.00	0.00	0.032	0.037	0.055			
L-Isoleucine	0.0	0.0	0.03	0.06	0.10	0.032	0.00	0.00	0.021	0.065	0.097			
L-Valine	0.0	0.0	0.03	0.05	0.08	0.021	0.00	0.00	0.043	0.041	0.062			
L-Glycine	0.0	0.0	0.06	0.11	0.17	0.043	0.00	0.00	1.67	0.087	0.130			
DiCal	1.84	1.60	1.73	1.85	1.97	1.67	1.51	1.21	1.17	1.83	2.00			
Limestone	1.33	1.42	1.39	1.36	1.34	1.17	1.21	0.37	0.38	1.14	1.10			
Salt	0.40	0.40	0.41	0.42	0.42	0.38	0.37	0.25	0.25	0.39	0.40			
Vit & Min	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25			
Calculated composition														
ME kcal/kg	3180	3180	3213	3247	3280	3233.3	3200	22.5	20.00	3266.7	3300			
Protein	20.1	23.0	20.77	18.53	16.3	20.00	22.5	3.60	3.20	17.50	15.0			
Nitrogen	3.21	3.68	3.23	2.78	2.33	3.20	3.60	1.43	1.30	2.80	2.40			
Dig. Arg	1.23	1.46	1.36	1.25	1.15	1.30	1.43	0.99	0.87	1.17	1.04			
Dig. Ile	0.85	1.01	0.91	0.80	0.69	0.87	0.99	1.16	1.08	0.75	0.63			
Dig. Lys	1.10	1.19	1.13	1.06	1.00	1.08	1.16	0.42	0.44	0.99	0.91			
Dig. Met	0.55	0.46	0.48	0.51	0.53	0.44	0.42	0.72	0.71	0.46	0.48			
Dig. M+C	0.82	0.77	0.76	0.76	0.75	0.71	0.72	0.80	0.75	0.70	0.68			
Dig. Thr	0.70	0.82	0.78	0.75	0.72	0.75	0.80	0.24	0.22	0.70	0.66			
Dig. Try	0.21	0.25	0.23	0.22	0.20	0.22	0.24	1.07	0.96	0.20	0.18			
Dig. Val	0.95	1.09	0.99	0.90	0.80	0.96	1.07	0.79	0.72	0.84	0.73			
Dig. Gly	0.78	0.80	0.76	0.72	0.68	0.72	0.79	0.40	0.40	0.66	0.60			
Avail. Phos	0.45	0.42	0.43	0.44	0.45	0.40	0.40	0.90	0.90	0.41	0.41			
Calcium	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.17	0.17	0.91	0.91			
Sodium	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18			

Table 3 — Effect of dietary crude protein on average body weight at day 42, and feed intake and conversion efficiency during grower phase (days 18-43)

Protein Treatment	Body Weight (g)			Feed Intake (g)			Gain/Feed Ratio		
	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3
High	2,151 ^a	2,236 ^a	2,018	3,029 ^a	3,028	2,821	0.528 ^a	0.573 ^a	0.561 ^a
Medium-High(M-Hi)	2,160 ^a	2,242 ^a	2,016	3,044 ^a	3,046	2,846	0.527 ^{ab}	0.573 ^a	0.555 ^{ab}
Medium-Low (M-Low)	2,053 ^b	2,148 ^b	2,013	2,899 ^b	2,990	2,878	0.517 ^b	0.551 ^b	0.546 ^b
Low	1,942 ^c	2,071 ^c	1,953	2,845 ^b	2,960	2,852	0.490 ^c	0.530 ^c	0.523 ^c
Pooled SEM	18.0	16.0	16.0	28	23	28	0.0033	0.0026	0.0031
P for ANOVA F-test	< 0.001	< 0.001	NS	0.02	NS	NS	< 0.0001	< 0.0001	0.0006

a,b,c means within a column with no common superscript differ significantly (LSD, P<0.05).

Table 4 — Effect of dietary crude protein on mean (minimum-maximum) equilibrium ammonia gas concentration, litter total ammoniacal nitrogen and litter pH

Protein Treatment	NH ₃ (ppm)			TAN ⁺ (ppm)			pH		
	Trial 1 ⁺	Trial 2 ¹	Trial 3 ⁺	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3
High	129.9 ^a (0 - 321)	5.5 (0 - 45)	160.7 ^a (56 - 296)	2079 (1203 - 3297)	1616 ^a (1216 - 2245)	3189 ^a (1700 - 5002)	8.24 ^a (8.6 - 7.7)	7.35 ^a (6.8 - 8.3)	8.78 ^a (7.7 - 8.6)
Medium High (M-Hi)	87.5 ^b (2 - 314)	5.0 (0 - 36)	57.7 ^b (13 - 160)	1874 (696 - 3680)	1502 ^{ab} (1189 - 2126)	2013 ^b (1152 - 3978)	7.92 ^{ab} (7.1 - 8.5)	7.24 ^{ab} (6.7 - 8.2)	8.21 ^b (7.1 - 8.5)
Medium Low (M-Low)	33.3 ^{bc} (0 - 124)	0.0 (0 - 1)	42.4 ^{bc} (14 - 91)	1448 (627 - 2217)	1234 ^c (1015 - 1518)	1904 ^b (1433 - 2511)	7.76 ^b (7.2 - 8.3)	6.96 ^{bc} (6.6 - 7.3)	8.14 ^b (7.3 - 8.3)
Low	15.2 ^c (1 - 52)	0.0 (0 - 0)	15.2 ^c (7 - 27)	1547 (806 - 2822)	1282 ^{bc} (958 - 1615)	1651 ^b (1136 - 2069)	7.42 ^c (7.0 - 8.1)	6.90 ^c (6.5 - 7.5)	7.65 ^c (7.0 - 8.1)
Pooled SEM	22.7	2.6	12.8	206	82.1	190.5	0.11	0.11	0.08
P for ANOVA	<0.01	NS	<0.0001	NS	<0.004	<0.0001	<0.0001	<0.05	<0.0001
F-test									

^{a,b,c} means within a column with no common superscript differ significantly (LSD, P<0.05).

⁺ n=12 pens/treatment.

¹ n=6 pens/treatment: day 2 had negligible NH₃.

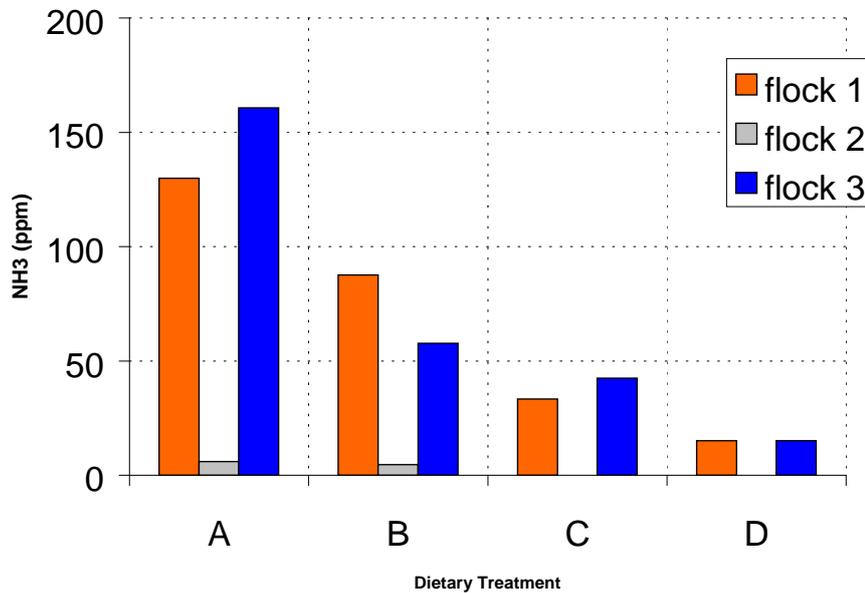


Figure 1 — Mean equilibrium NH₃ gas concentration by treatment for 3 sequential broiler flocks raised on the same litter.

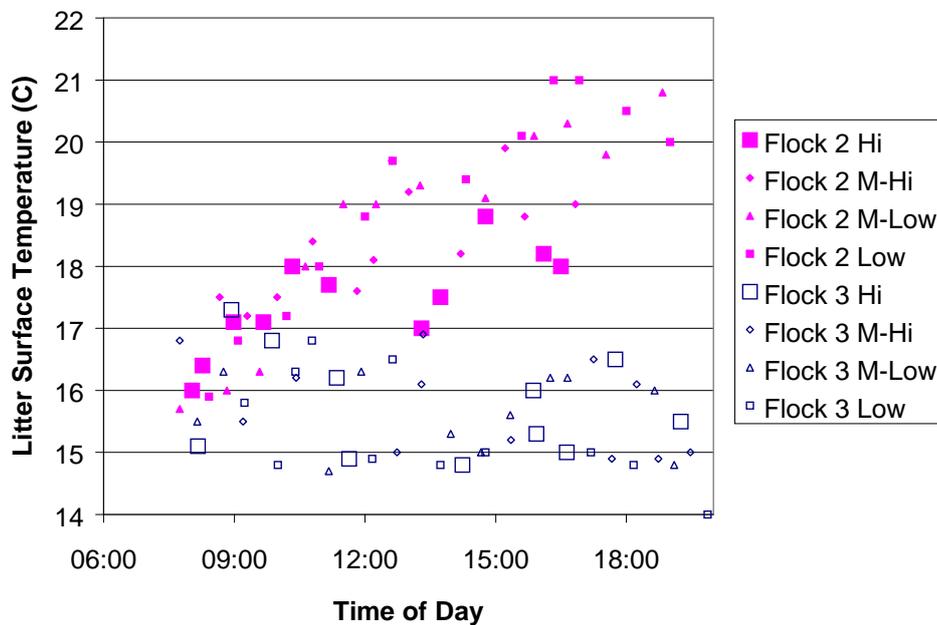


Figure 2 — Litter surface temperature obtained from Trials 2 and 3. Measurements taken over two sequential days (not indicated). Trial 2 data illustrate effect of day-time heating; Trial 3 data taken during cold weather.

with 12 replications it was demonstrated that treatment effects exist. Mean equilibrium NH₃ gas concentrations increased over the three trials; the range in measurements (Table 2) was largest for Trial 1 and for the Hi and M-Hi treatments; variation was reduced appreciably by Trial 3 for all treatments. Of note also is the strong effect of maximum ventilation (6.5 cfm/bird) experienced during Trial 2, which resulted in a drier litter and little measurable equilibrium NH₃ gas.

For NH₃ to be available in gaseous form, pH must be sufficiently high so that ammonium is converted to ammonia and reasonable moisture for bacteria to produce ammonia and to promote transport to the litter surface. Litter pH in Table 4 clearly increases with increased equilibrium NH₃ gas concentration; means varied from 7.65 to 8.78 over the three trials. TAN is the mass concentration sum of both ammonia-N and ammonium-N, expressed in mg/kg dry litter (i.e., ppm). TAN was unaffected by dietary treatment on new litter (Trial 1), but showed a strong response to dietary N during Trial 2 despite insignificant measured NH₃. Litter pH was significantly different among treatments, with the Hi CP diet having the greatest pH and the Low treatment having the lowest pH in all three trials.

Equilibrium CO₂ and CH₄ from Trials 2 and 3 are presented in Table 5. The mean CO₂ concentration for pens under the Hi CP treatment in Trial 2 was significantly greater than the other pens, but no treatment effects were found for Trial 3. There was no treatment effect on CH₄ in either trial but there was a noticeable difference in concentration between the two trials. For CO₂, Trial 3 resulted in mean equilibrium concentration of about 4,100 ppm but about 2,600 ppm for Trial 2. Methane was approximately double in Trial 2 compared to Trial 3, with mean concentrations of about 11 and 4 ppm, respectively.

Table 5 — Effect of dietary crude protein on mean (minimum- maximum) of equilibrium methane and carbon dioxide gas concentration

Protein Treatment	CH ₄		CO ₂	
	Trial 2 ¹	Trial 3 ⁺	Trial 2 ¹	Trial 3 ⁺
	(ppm)		(ppm)	
High	11.2 (6-27)	5.0 (2-12)	3037 (1000-6930)	5139 ^a (3340-9290)
Medium High (M-Hi)	11.0 (6-21)	4.0 (0-8)	2516 (1420-4800)	3845 ^b (2380-5290)
Medium Low (M-Low)	12.1 (7-17)	3.1 (0-7)	4870 (1040-22620)	3875 ^b (2100-5780)
Low	8.9 (5-13)	3.4 (0-10)	2766 (1270-8360)	3550 ^b (2210-5180)
Pooled SEM	1.2	0.9	350	707
P for ANOVA F-test	NS	NS	NS	0.004

^{a,b} means within a column with no common superscript differ significantly (LSD, P<0.05).

⁺ n=12 pens/treatment.

¹ n=6 pens/treatment: day 2 had negligible readings.

The relation between equilibrium NH₃ gas, TAN, pH and dietary treatments was explored. A descriptive regression model relating NH₃ and pH (pooled over all treatments) showed both linear and quadratic coefficients were significant, but for TAN regressed against pH, only the linear term was significant. A regression of NH₃ against TAN; TAN and pH; and TAN, pH and TAN*10^{-pH} were all significant. For combined trials 1 and 2 over all treatments, this latter regression gave:

$$NH_3 = -937.5(162.8) + .0361(.0125)TAN + 117.2(22.46)pH + 478208(130236)TAN10^{-pH}$$

with adjusted R²=0.69, and values in parentheses are standard errors of coefficients, and units are ppm for both NH₃ and TAN. While not applicable for general predictions, this relation demonstrates that TAN, pH and a nonlinear combination proportional to the product of [H⁺] and TAN have a positive correlation with equilibrium NH₃ gas, and that TAN has the stronger influence. For example, at pH=7 and TAN=2,000 ppm, equilibrium NH₃ gas = 50.7 ppm; a 10% increase in pH results in 10.8% increase in NH₃; whereas a 10% increase in TAN results in NH₃ = 67.5 ppm, a 33% increase.

Equilibrium NH₃ gas is obtained by placing an inverted container over the litter and continuously sampling until steady-state concentrations are realized within the container, a process that requires typically 20-40 minutes. Birds resting on litter breathe this gas, particularly birds resting their beaks on the litter while sleeping. Concentrations measured from certain treatments in this study are well above OSHA (US Occupational Safety and Health Administration) thresholds for human exposure, and exceed the generally recommended guidelines of 30-50 ppm for the broiler industry. Birds challenged by exposure to high levels of ammonia exhibit respiratory distress, and increased incidence of diseases such as ascites. As a bird's health is weakened, it becomes less mobile and more likely to rest with a posture that places its beak near the litter surface and thereby exacerbating the situation. Equilibrium NH₃ gas at the surface is rapidly diluted above the boundary layer at the litter surface; however, NH₃ gas concentrations at bird level may approach the values reported here during periods of low ventilation, without noticeable NH₃ at caretaker heights.

Results of this study also demonstrate the importance of ventilation and interior temperature on equilibrium NH₃ gas. Trial 2 yielded very low equilibrium NH₃ gas since weather during this period was quite dry and hot so that ventilation remained at maximum (approximately 6.5 cfm/bird) for the entire growout. The ventilation system was designed to bring fresh air into each pen, diffused as a radial floor jet. Each pen sidewall consisted of a board around the perimeter and galvanized mesh above. The board served to block air movement between pens at litter level and promoted turbulence and mixing of fresh air. During Trial 2, interior air temperatures were mid-to upper 20s°C, and the litter dried out appreciably. Presumably, gaseous ammonia was quickly volatilized and exhausted and not allowed to accumulate. Litter pH was also relatively low for all treatments within Trial 2. By contrast, weather during Trial 3 was quite cool, with room temperatures approximately 16-19°C for most of the growout phase. Lower temperatures keep unionized ammonia in the liquid phase (according to Henry's Law), yet higher pH values for all treatments suggest that more TAN was in the form of NH₃ rather than NH₄⁺. The low ventilation rates allowed room NH₃ concentrations to rise significantly compared to Trial 2. Despite the cooler conditions

of litter in Trial 3, the overall equilibrium NH_3 gas was greater than in the two previous trials.

We noted that pens in which any small water leaks had occurred during Trial 3 tended to have higher equilibrium NH_3 gas, however this was not the case for the Low CP and M-Low CP diets. We also noted a positive correlation between subsurface litter temperature, or temperature gradient in the litter, and equilibrium NH_3 gas.

The dietary manipulations reported in this study appear to be a promising approach to reducing interior gaseous concentrations of ammonia. With additional identical trials planned on this same litter, we anticipate drawing a more complete picture of the cumulative effects of manure loading on broiler litter and subsequent NH_3 emissions, and litter TAN. By better management of this technique, producers may benefit from reduced N wastage, improved interior environment without increased energy cost, improved bird health and well-being, reduced ammonia loading around the broiler house and perhaps reductions in noxious ammonia-based odors. While the diets used in this study are not yet optimal, they have demonstrated that lower CP diets can be used to control waste N and equilibrium NH_3 gas.

6 Conclusions

Based on the work reported in this study, we conclude the following:

1. A diet with reduced dietary CP and enhanced essential amino acids can achieve satisfactory bird production.
2. After three flocks, raised on the same litter, concentrations of equilibrium NH_3 gas were significantly greater in pens with birds on a high CP diet.
3. Mean litter pH ranged from 7.65 to 8.78 over the three trials, corresponding to Hi CP and Low diet treatments, respectively.
4. Variability in equilibrium NH_3 gas between replicates of a given treatment was reduced as more flocks were raised on the same litter. The 12 replicates chosen for this study successfully distinguished apparent differences in equilibrium gaseous concentration values.

7 Acknowledgements

This research was supported in part by Mr. David Burnham, Heartland Lysine Inc, Chicago IL USA, and by funds from USDA Regional Projects S261 and S291. The research team involved in this activity includes: Mr. Kenneth Liberty, Graduate Research Assistant; Dr. Tony Pescatore, Extension Professor; Dr. Joe Taraba, Extension Professor; Dr. Austin Cantor, Associate Professor; Mr. Mike Ford, Poultry Research Specialist; David Burnham, Poultry Nutritionist.

Portions of this manuscript are to be presented at the Second International Conference on Air Pollution from Agricultural Operations (Air Pollution 2000), sponsored by ASAE in October 2000.

8 References

- Baker, D.H., 1994. Ideal amino acid profile for maximal protein accretion and minimal nitrogen excretion in swine and poultry. Pages 134-139 in: Proceedings, Cornell Nutrition Conference, Ithaca, NY.
- Cantor, A.H., D. Burnham, A.J. Pescatore, R.S. Gates, N.S. Ferguson, M.J. Ford and M. L. Straw. 1998. Influence of protein and amino acid levels in grower diets on broiler performance. *Poultry Science* 77(Suppl 1):137 (abstract).
- Ferguson, N.S., R.S. Gates, J.L. Taraba, A.H. Cantor, A.J. Pescatore, M.L. Straw, M.J. Ford and D.J. Burnham. 1998a. The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. *Poultry Science*. 77:1085-1093.
- Ferguson, N.S., R.S. Gates, J.L. Taraba, A.H. Cantor, A.J. Pescatore, M.J. Ford and D.J. Burnham. 1998b. The effect of dietary crude protein on growth, ammonia concentration and litter composition in broilers. *Poultry Science*. 77:1481-1487.
- Gates, R.S., J.L. Taraba and K.R. Liberty. 1998. Precision nutrition and litter volatilization dynamics. Proceedings of the National Poultry Waste Management Symposium, Springdale AR, 19-21 October. pp 169-180.
- Gates, R.S., A.H. Cantor, D. Burnham, J.L. Taraba, A.J. Pescatore, N.S. Ferguson, M.J. Ford, M.L. Straw and K. Liberty. 1998. Effect of Protein and amino acid levels in broiler grower diets on litter ammonia concentration. *Poultry Science* 77(Suppl 1):138 (abstract).
- Gates, R.S., J.L. Taraba, N.S. Ferguson and L.W. Turner. 1997. A technique for determining ammonia equilibrium and volatilization from broiler litter. ASAE Intl. Meeting, August 10-14, Minneapolis, MN. ASAE Paper No. 974074.
- Hussein, A.S., A. H. Cantor, R. S. Gates, A J. Pescatore, D.J. Burnham, M. J. Ford, and N. D. Paton 2000a. Effect of Low Protein Diets with Amino Acid Supplementation on Broiler Growth. *Poultry Science* (submitted).
- Hussein, A.S., R.S. Gates, A.H. Cantor, A.J. Pescatore, N.S. Ferguson, J.L. Taraba, K. Liberty, D.J. Burnham, M.J. Ford and M.L. Straw. 2000b. Influence of protein and amino acid level in grower diets on broiler performance and litter ammonia concentration. *Poultry Science* (in preparation).
- Liberty, K.R., R.S. Gates, J.L. Taraba and D.J. Burnham. 2000. Evaluation of ammoniacal N for broiler litter processing. *Poultry Science* (in preparation)
- National Research Council. 1994. *Nutritional Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Xin, H., I.L. Berry, and G.T. Tabler. 1996. Minimum ventilation requirement and associated energy cost for aerial ammonia control in broiler houses. *Transactions of the ASAE* 39(2): 645-648.



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves**

Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Caixa Postal 21, 89700-000, Concórdia, SC
Telefone: (49) 442-8555, Fax: (49) 442-8559
<http://www.cnpsa.embrapa.br>
cnpsa@cnpsa.embrapa.br

Ministério
da Agricultura
e do Abastecimento

