

Influência da amônia proveniente da cama aviária sobre o bem-estar de frangos de corte

Camila Oro

Erica Cristina Bueno do Prado Guirro

RESUMO

O crescimento da avicultura brasileira deve associar aumento de produtividade a melhorias no bem-estar dos animais para otimizar o desempenho e atender ao mercado consumidor externo que é exigente quanto à procedência de seu alimento. O reaproveitamento da cama por diversos lotes é uma prática que visa diminuir custos e resíduos, mas é necessário avaliar a qualidade desse substrato e sua capacidade absorptiva. Neste trabalho foi feita uma revisão a respeito da cama aviária e volatilização da amônia sobre o bem-estar de frangos de corte. Na cama são depositados os excretas nitrogenados das aves, que são decompostos por micro-organismos gerando amônia. O aumento de umidade na cama favorece o crescimento desses micro-organismos e eleva o teor de amônia no ambiente, podendo gerar lesões como pododermatite, caracterizada pela ulceração no coxim plantar e digital; ceratoconjuntivite, que afeta a córnea e pode causar cegueira; e infecções respiratórias devido à degeneração dos cílios responsáveis pela proteção mecânica das vias aéreas. Conclui-se que é fundamental manejar bem a cama aviária e que é possível reutilizá-la, desde que o teor de amônia esteja controlado para diminuir perdas econômicas, aumentar a produtividade e reduzir a incidência de lesões podais, oftálmicas e respiratórias das aves, garantindo aumento de bem-estar animal.

Palavras-chave: Amônia. Bem-estar animal. Cama. Aves.

Influence of ammonia from the litter on broiler chicken welfare

ABSTRACT

The growth of the Brazilian poultry industry must associate productivity increase to improvements in the welfare to optimize poultry performance and meet the demand of external market about origin of their food. The reuse of litter for several flocks is a practice that aims to reduce costs and waste, but it is necessary to evaluate the quality of the substrate and its absorptive capacity. The objective of this study was to review the conditions influencing the quality of poultry litter and volatilization of ammonia on broiler welfare. On the litter are deposited nitrogen excreta of broiler, which are decomposed by microorganisms generating ammonia. The humidity in the litter favors the growth of these microorganisms and increases the ammonia content in the environment which can cause injuries such as foot pad dermatitis, characterized by ulceration in the foot pad and digital; keratoconjunctivitis, affecting cornea and causing potential blindness; and respiratory infections due to degeneration of cilia responsible for the mechanical protection of the airways. It is concluded that it is important to manage the litter and that it can be reused since ammonia concentration is controlled to reduce economic losses, increase productivity and reduce the incidence of foot, eye and respiratory lesions, increasing animal welfare.

Keywords: Ammonia. Animal welfare. Litter. Poultry.

Camila Oro – Graduanda em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Paraná.

Erica Cristina Bueno do Prado Guirro – Médica Veterinária pela Universidade Federal do Paraná.

Veterinária em Foco	Canoas	v.12	n.1	p.49-63	jul./dez. 2014
---------------------	--------	------	-----	---------	----------------

INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como o terceiro maior produtor e o primeiro maior exportador de carne de frango do mundo (UBA, 2010). Em 2014, o país produziu 12,6 milhões de toneladas de frango, das quais 3,99 milhões foram exportadas (RIBAS, 2015). Para atingir tal eficiência, é necessário investir em tecnologias que permitam a rápida produção a baixo custo (LUCCA et al., 2012), mas isso deve estar associado ao bem-estar animal (BEA) (BERNARDI, 2011), visto que os consumidores de países desenvolvidos exibem clara preocupação quanto à procedência de seu alimento e dúvidas relativas ao BEA podem reduzir o comércio (RIBAS, 2015).

Um dos pontos críticos na avicultura é a cama, que visa garantir conforto às aves ao absorver parte da umidade, diluir uratos e fezes, proporcionar isolamento térmico e diminuir lesões de peito, joelho e coxim plantar (DE ANGELO et al., 1997; REFATTI et al., 2003; SANTOS et al., 2012). A cama é constituída por substratos inertes, sendo que atualmente a maravalha é o material mais utilizado (REFATTI et al., 2003; SANTOS et al., 2012). A qualidade da cama depende da sua composição, tamanho das partículas, teor de umidade e grau de compactação (SMITH, 1956), mas é preciso haver correto manejo da cama para que se controle o nível de umidade, a compactação, a produção de pó e de amônia (HERNANDES et al., 2002). A cama de aviário pode ser reutilizada por até 12 lotes para diminuir os custos de produção (VIEIRA, 2011), mas isso pode aumentar a umidade e propiciar a produção excessiva de amônia (GONZÁLES; SALDANHA, 2001) capaz de causar algumas lesões nas aves e reduzir seu BEA.

Para reduzir custos, alguns aviários elevam a densidade populacional (GOPINGER et al., 2015) e, segundo o Manual de Manejo de Frango de Corte COBB (2008) o ideal é que se trabalhe com uma densidade em torno de 30kg/m² nos países de clima mais quente. O aumento de densidade aumenta a umidade da cama, favorecendo a volatilização da amônia (HERNANDES et al., 2002).

O objetivo deste trabalho foi fazer uma revisão sobre a influência da cama aviária e da produção de amônia sobre o bem-estar de frangos de corte.

Relação entre cama aviária, umidade e amônia

Na digestão das aves, as proteínas são reduzidas a aminoácidos no fígado e estes são absorvidos pelo organismo. Parte desses aminoácidos é utilizada na síntese de novas proteínas e outra parte é eliminada pelos rins. Assim, a excreção nas aves relaciona-se principalmente com a eliminação de substâncias nitrogenadas (DONSBOUGH et al., 2010), sendo o ácido úrico o principal excreta eliminado, na forma de uma pasta esbranquiçada. As aves usam enzimas específicas para excretar ácido úrico, sendo que nesse processo há remoção de água e essa é uma importante adaptação das aves ao ambiente terrestre (DEVILIN, 2011).

Os compostos nitrogenados excretados presentes na cama do aviário são rapidamente decompostos por bactérias e fungos (HERNANDES et al., 2001) que utilizam o ácido

úrico para sintetizar suas próprias proteínas e o excesso de nitrogênio é liberado na forma de amônio (NH_4^+) (GALLO, 2012) ou gás amoníaco (NH_3) (GONZÁLES; SALDANHA, 2001).

A amônia é muito irritante e é detectada pelas aves a partir de 15ppm, sendo 25ppm o limite máximo de exposição (BRANTON et al., 1991). Humanos não detectam amônia abaixo de 20ppm e não a percebem como nociva até 50ppm. Ademais, há perda da sensibilidade olfatória humana após exposição prolongada ou repetida. Assim, as aves são afetadas antes que o problema seja identificado pelos criadores (LOTT; DONALD, 2003).

Vários fatores afetam a quantidade de amônia produzida pelos microrganismos presentes na cama aviária, como tipo ou composição da ração, tipo de bebedouro e falta de manutenção dos mesmos, temperatura ambiente, utilização de equipamentos de climatização, idade das aves, período de permanência das aves sobre a cama, densidade populacional, além de natureza, quantidade, condições de estocagem e reutilização da cama (OLIVEIRA et al., 1988).

O aumento de umidade da cama favorece o crescimento de micro-organismos e, conseqüentemente, aumenta o teor de amônia (WEAVER et al., 1991), podendo até causar intoxicações (AVILLA et al., 1992). Recomenda-se realizar o teste de compressão da cama com as mãos para verificar-se a umidade, sendo que o ideal é que a cama esteja seca e friável. Se ocorrer a formação de amontoados e água for liberada é indicativo de excesso de umidade, sendo essa situação mais comum nos pontos próximos aos equipamentos de nebulização, onde é necessário remover a camada superior da cama para os lados. Apesar de Reffati et al. (2003) inferirem que o tipo da cama não tem efeito sobre as concentrações de amônia, verificou-se que camas de *Pinus elliotti* estavam empastadas, camas de feno ou de maravalha apresentavam-se pouco empastadas e cama de casca de arroz estava seca (SAVIAN et al., 1977).

A climatização de galpões tem estimulado aumentos na densidade animal para reduzir custos (PROUDFOOT et al., 1979) e amortizar os investimentos (CRAVENER et al., 1992; GOLDFLUS, 1994). Todavia, o maior número de aves/m² aumenta a compactação da cama, o que diminui sua capacidade de absorção (GRAÇAS et al., 1990; AVILLA et al., 1992) e eleva a concentração de amônia (HERNADES et al., 2002; Rosa, 2015). Assim, ambientes de alta densidade requerem melhor controle do teor de amônia, especialmente no final do ciclo produtivo (HERNADES et al., 2002), para evitar prejuízos ao bem-estar e à produtividade do lote (GARCIA et al., 2002). Assim, em galpões de alta densidade é necessário garantir a troca de ar por meio de ventilação, sem que a temperatura interna do galpão se torne crítica. Os nebulizadores precisam estar regulados para produzirem microgotículas para não umedecer a cama. Bebedouros e encanamentos precisam de manutenção para evitar derramamento de água na cama e, se ocorrer, é preciso haver substituição por substrato seco (ROSA, 2015).

A estocagem da cama deve ocorrer em local seco, pois Cabrera et al. (1994) observaram aumento do teor de amônia de 32 a 139% em relação à concentração inicial dependendo da umidade presente na cama estocada.

Reutilização da cama aviária

A cama tem como principal função proporcionar maior conforto às aves pois, quando criadas em galpões de piso compacto e duro, podem apresentar lesões, principalmente no coxim plantar, joelho e peito (OLIVEIRA et al., 2002).

Estima-se que para produzir cada frango adulto sejam necessários de 1,75kg (SANTOS et al., 2005) a 2,19kg (SANTOS; LUCAS JR, 2003) de cama. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam que em 2014 tenham sido abatidos 5,496 bilhões de frangos de corte no Brasil. Considerando a média de 2,0kg de cama/frango produzido, seriam necessárias quase 11 milhões de toneladas de cama. Segundo Vieira (2011), a cama pode ser considerada o principal resíduo gerado na avicultura de corte.

A utilização de cama nova a cada lote novo é ideal do ponto de vista sanitário, mas aumenta demasiadamente o custo de produção e os resíduos ambientais (FIORENTIN, 2005). Portanto, propõe-se a reutilização da cama aviária em lotes subsequentes (TRALDI et al., 2007; VIEIRA, 2011). Considera-se seguro reaproveitar uma mesma cama por até cinco (SOUZA, 2005), seis (LIEN et al., 1992; MALONE, 1992; BRAKE et al., 1993; SANTOS et al., 2012), oito (LUCCA, 2012) ou doze lotes (VIEIRA, 2011) desde que se adote bom manejo da cama, e que esse material não seja reutilizado caso tenham ocorrido problemas sanitários severos no lote anterior (VIEIRA 2011). O número de reutilizações da cama ainda depende de necessidades econômicas, volume e tipo de substrato disponível, volume gerado a partir do uso, topografia no entorno do galpão e área de recebimento da cama, estação do ano, mercado, manejo final do resíduo, finalidade de sua destinação final e fatores sanitários (VIEIRA, 2011).

Ainda há questionamentos sobre as vantagens e desvantagens de se reutilizar a cama (SANTOS et al., 2012). Alguns estudos mostram que a cama reutilizada não prejudicou as aves e até reduziram alguns problemas sanitários e a mortalidade em comparação com cama nova (JORGE, 1991; ROLL et al., 2011). Outros estudos apontam para aumentos dos níveis de amônia (60 a 100ppm) desde os primeiros dias de criação do lote (GONZÁLES; SALDANHA, 2001). Mesmo assim as restrições técnicas em relação ao reuso vêm progressivamente cedendo espaço ao sucesso observado com a reutilização da cama (JORGE et al., 1997).

Independentemente do ciclo de reutilização das camas de maravalha houve maior crescimento bacteriano (VIEIRA, 2011). Para Garcia et al. (2010), a presença de bactérias na cama é inerente à produção, mas deve ser minimizada. Quando se contrasta o perfil bacteriológico para enterobactérias entre camas novas e reutilizadas em vários lotes consecutivos, observa-se que, a partir do terceiro lote, as camas apresentam carga bacteriana igual ou inferior às camas novas, desde que o tratamento dado ao material seja corretamente aplicado.

Relação entre a amônia presente na cama e enfermidade nas aves

Níveis de amônia em torno de 50ppm causam sérias perdas no desempenho das aves, não limitadas à redução do ganho de peso (LOTT; DONALD, 2003). A amônia produzida, ao se desprender, pode levar a lesões no sistema locomotor, respiratório e olhos das aves, afetando severamente seu bem-estar.

Dificuldades de locomoção estão intimamente relacionadas com perdas econômicas, pois há queda no desempenho, prejuízo ao bem-estar e condenação ou desclassificação de carcaça em abatedouros (ALMEIDA PAZ et al., 2009). A exportação dos pés de frango para a China, Japão e Oriente Médio é importante para o Brasil e falhas na identificação precoce de lesões podais podem inviabilizar esse comércio (SANTOS; LUCAS JR., 2003; CARVALHO et al., 2014). Inclusive, algumas empresas oferecem incentivos financeiros aos avicultores que apresentem lotes de frangos com boa qualidade de pés (BILGILI et al., 1999).

A pododermatite aviária atinge principalmente o coxim plantar, mas também pode lesionar os coxins digitais. Dependendo da gravidade das lesões, causa claudicação e dificulta a locomoção, restringindo o acesso das aves ao alimento e água (MARTINS et al., 2013). São lesões de coloração castanha, semelhantes a queimaduras, com amplitude e profundidade variadas (LYNN et al., 1991). Inicialmente há hiperqueratose que evolui para úlceras que podem apresentar hemorragia e crostas cobertas por hemácias degeneradas, partículas de cama e colônias bacterianas (VIEIRA, 2011). Ao exame histopatológico, há inflamação e necrose da epiderme que, algumas vezes, atinge a derme (LYNN et al., 1991).

A etiologia da pododermatite decorre de falhas nutricionais (BERNARDI, 2011; VIEIRA, 2011) e de fatores ambientais como alta umidade de cama, alta densidade animal e tipo de criação (MARTINS et al., 2013), sendo a baixa qualidade da cama o fator determinante (PAGANINI, 2004). A umidade da cama tem papel fundamental (MARTLAND, 1984; Greene et al., 1985; MC ILROY et al., 1987) pois favorece a qualidade microbiológica da cama (VIEIRA, 2011), causando aumento de compostos amoniacais, responsáveis por exacerbar a abrasividade da cama (MARTRENCHEAR et al., 1997). Além disso, a umidade leva à compactação, o que eleva o nível de fricção entre os pés das aves e a cama (DE ANGELO et al., 1997), gerando calosidades (XAVIER et al., 2010). Portanto, a pododermatite é um importante marcador da degradação da cama aviária (MARTRENCHEAR et al., 1997) e pode auxiliar a estimar o bem-estar animal (VIEIRA, 2012).

Wang et al. (1993) verificaram pododermatite em 38% das aves criadas em cama seca, enquanto esse índice foi de 92% para aves alojadas em cama úmida. A capacidade absorviva da cama depende do tipo de material utilizado, sendo a maravalha responsável por menor incidência de pododermatite (REFATTI et al., 2003) quando comparada ao feno (SU et al., 2000), que pode causar lesões de joelho, além da pododermatite (DE ANGELO et al., 1997).

O número de aves afetadas por pododermatite pode ou não ser afetado pela reutilização da cama, conforme o tipo de substrato e o tratamento dado à cama para controlar a volatilização da amônia. Traldi et al. (2007) não observaram aumento de pododermatite em camas de maravalha reutilizadas por dois, três ou quatro ciclos em comparação à cama nova. Vieira (2011) comparou a reutilização de camas de maravalha ou de casca de café e observou que camas reutilizadas constituídas por casca de café elevaram a incidência de pododermatite em 30% entre o primeiro e o segundo reuso, e depois houve estabilização.

Algumas metodologias têm sido propostas para mensurar o escore das lesões oriundas de pododermatite em aves. Martrenchar et al. (2002) sugerem uma metodologia simples, baseada na extensão da lesão (0 – coxim íntegro; 1 – menos de 25% do coxim afetado; 2 – lesão em 26 a 50% do coxim; 3 – lesão em mais de 50% do coxim).

Altas concentrações de amônia podem causar lesões oftálmicas (LOTT; DONALD, 2003), principalmente no inverno quando a ventilação do galpão é reduzida (BRANTON et al., 1991). A amônia é solúvel em água, portanto pode ser absorvida por membranas mucosas e olhos na forma de hidróxido de amônio, um alcali irritante que provoca ceratoconjuntivite, que pode estar acompanhada de úlcera e evoluir para cegueira se a concentração de amônia persistir acima de 100ppm (OYETUNDE et al., 1978).

Os sinais clínicos da ceratoconjuntivite incluem fotofobia, lacrimejamento e congestão bilateral. As aves afetadas mantêm as pálpebras fechadas, evitam movimentar-se e podem esfregar a cabeça e as pálpebras contra as próprias asas. A córnea pode tornar-se turva e ulcerada e, embora pouco perceptível, pode haver edema e hiperemia conjuntival. As alterações microscópicas incluem necrose, ulceração e infiltrado de heterófilos. A opacificação da córnea resulta da ulceração, infiltração celular e edema (SHIVAPRASAD, 1999). Muitas aves se recuperam se a exposição à amônia for eliminada, sendo que o tempo para cura depende da gravidade da lesão e pode levar meses (OLANREWAJU et al., 2007).

Ao comparar frangos alojados em câmaras com zero, 25, 50 ou 75ppm de amônia por 28 dias comprova-se que aves expostas a 25ppm apresentam alterações oftálmicas mais sutis e a um ritmo mais lento que em comparação à exposição a 50 ou 75ppm. Quando esses animais retornam a uma atmosfera praticamente livre de amônia, notam-se sinais de recuperação da córnea (MILES et al., 2006).

Altos teores de amônia também podem ocasionar aumento de doenças respiratórias nos frangos de corte (MILES et al., 2013). As aves tem particularidades anatômicas em seu sistema respiratório e dependem de pequenos cílios nas vias respiratórias para ajudar a reter corpos estranhos (LOTT; DONALD, 2003). Frangos de corte expostos à amônia, dióxido de carbono e poeira por seis dias consecutivos apresentam perda significativa de cílios a partir do epitélio da porção superior da traqueia, prejudicando o transporte de muco e a eliminação de partículas indesejáveis (ANDERSON et al., 1965).

A partir de 10ppm de amônia inicia-se a deterioração dos cílios do epitélio traqueal das aves e acima de 20ppm há maior susceptibilidade às enfermidades respiratórias

(GONZÁLES; SALDANHA, 2001). Níveis de amônia acima de 25ppm paralisam alguns cílios, que deixam de filtrar contaminantes e concentrações de 50ppm são capazes de destruir alguns cílios e causar uma série de alterações patológicas nas aves, incluindo o desenvolvimento de *E. coli* na traqueia (LOTT; DONALD, 2003). Acima de 60ppm de amônia as aves tornam-se predispostas a doenças respiratórias e infecções secundárias até mesmo após vacinações (GONZÁLES; SALDANHA, 2001). A exposição prolongada à grande concentração de amônia (75-100ppm) resulta em prejuízos à respiração (CHARLES et al., 1966), perda de cílios e aumento de células calciformes (ANDERSON et al., 1965). Quando o nível de amônia atinge 100ppm há redução na frequência e amplitude respiratória, prejudicando a troca gasosa (OLIVEIRA et al., 2002). Níveis de amônia entre 60 a 100ppm podem ser observados no início de ciclos produtivos quando se reutiliza cama (GONZÁLES; SALDANHA, 2001).

Existem evidências de que a saúde animal pode ser comprometida pela exposição contínua a amônia, por meio de doenças respiratórias causadas por agentes oportunistas (SAINSBURY, 1981; HINZ; LINKE, 1998). Lesões do trato respiratório causadas por amônia provavelmente reduzem a eficácia dos mecanismos de defesa e aumentam a susceptibilidade a infecções bacterianas secundárias (ANDERSON et al., 1965; NAGARAJA et al., 1984). Isso concorda com Lott e Donald (2003) que afirmam que aves submetidas a 20ppm de amônia por 72 horas tem o dobro de probabilidade de apresentarem bronquite infecciosa e doença de Newcastle.

Estratégias para melhorar a cama aviária e reduzir o teor de amônia

Controlar os níveis de amônia no aviário favorece o bem-estar das aves. Segundo o American Humane Association Farm Animal Program (2012), testes dos níveis de amônia na altura das aves devem ser realizados, no mínimo, no alojamento dos pintainhos e duas semanas antes do abate dos frangos. Os níveis de amônia devem ser inferiores a 10ppm e jamais devem ultrapassar 25ppm. Quando os níveis excedem esse limite é necessário realizar um programa de redução deste gás e implantar uma rotina de testes até que o nível esteja controlado. O eficiente controle dos níveis de amônia por meio da adequação da cama e correta ventilação também ajudam a controlar os níveis de outros contaminantes do ar como poeira, sulfato de hidrogênio (HS), *monóxido de carbono (CO)* e dióxido de carbono (CO₂).

A cama de aviário pode ser reaproveitada para reduzir os custos de produção, mas para tanto requer tratamento para melhorar as condições ambientais e diminuir os gases irritantes (SANTOS et al., 2012). Existem diferentes métodos a serem aplicados no tratamento da cama e, como todos reduzem o teor de amônia no aviário, são capazes de melhorar o bem-estar das aves, sendo os principais a fermentação da cama, secagem (queima das penas por vassoura de fogo e aplicação posterior de cal hidratado sobre a cama) e o uso de aditivos químicos.

A fermentação é um método biológico, natural, de decomposição da matéria orgânica em ambiente anaeróbico e que tem alta eficiência para inativar os micro-organismos da

cama por meio do calor e queda do pH, com a vantagem de ainda reduzir artrópodes como moscas e cascudinhos que atuam como vetores para algumas bactérias (SANTOS et al., 2012). Um inconveniente deste método é a necessidade de não haver aves no galpão durante o processo e a dificuldade em se manter temperaturas elevadas e uniformes, portanto deve ser realizado no período de vazio sanitário entre lotes, que perdura por sete a 10 dias (VIEIRA, 2011).

Ao comparar a eficiência na redução de bactérias mesófilas e enterobactérias totais promovida pela secagem ou fermentação da cama, verifica-se que ambos reduziram a carga bacteriana da cama, mas a fermentação por meio da cobertura da cama com lona em todo o aviário foi mais efetiva na redução da carga de enterobactérias, incluindo *Salmonella* sp. (SILVA et al., 2007). Inclusive, camas reutilizadas submetidas à fermentação podem apresentar cargas bacterianas menores do que a observada em cama nova (ROLL et al., 2011).

O uso de aditivos químicos é um método rápido e viável para melhorar a qualidade física, química e microbiológica da cama. Tais aditivos diminuem o pH e, assim, reduzem a carga bacteriana e a volatilização da amônia, dando mais conforto às aves e, conseqüentemente, otimizando os índices zootécnicos e sanitários. Uma desvantagem desse método é o possível tamponamento causado por fezes e ácido úrico presentes na cama (SANTOS et al., 2012).

O superfosfato simples é uma das opções mais antigas para inibir a volatilização da amônia (GLÓRIA et al., 1991). Apesar de Reece et al. (1979) afirmarem que o superfosfato simples é efetivo por apenas 10 dias, Glória et al. (1991) verificaram que o uso de 62,5 a 175kg de superfosfato simples para cada tonelada de ração reduziu a volatilização da amônia em até 93% no 30º dia do lote. A aplicação de sulfato de cálcio (sal) na cama de frango atua como condicionador, diminuindo o teor de umidade, reduzindo a volatilização de amônia e alterando seu pH (NEME et al., 2000).

A adição de gesso agrícola à cama evita a perda de grandes quantidades de nitrogênio pela volatilização de amônia oriunda dos dejetos das aves (SANTOS et al., 2012) pois esse material é o único que parece interferir no teor de matéria seca da cama devido à sua alta capacidade de absorver umidade e elevar o teor de matéria seca de 84,9 para 88% (WYATT et al., 1992). Uma única aplicação de 30% de gesso é capaz de melhorar a composição químico-bromatológica da cama (DELGADO, 1998), diminuir a contagem padrão de microrganismos na cama e reduzir a umidade da cama, minimizando a volatilização de amônia (SAMPAIO et al., 1999).

Vários autores também têm avaliado o efeito do sulfato de alumínio como agente redutor do pH da cama e, conseqüentemente, da volatilização da amônia (SANTOS et al., 2012). Íons H⁺ e pH abaixo de 7,0 resultam em aumento na proporção NH₃/NH₄⁺, e como o íon amônio não é volátil, há redução das perdas de nitrogênio por volatilização da amônia. À medida que o pH se eleva, essa razão aumenta, causando maior volatilização. Burgess et al. (1998) observaram que o sulfato de alumínio aplicado em cama de frango composta por palha de arroz reduziu o pH de 7,47 para 4,43. A aplicação de sulfato de alumínio reduz 33,3% da volatilização da amônia (MC WARD et al., 2000), sendo que

a adição de 100g de sulfato de alumínio para cada 1000g de cama pode reduzir em até 99% a volatilização da amônia (MOORE et al., 1995). Segundo Oliveira et al. (2004) o sulfato de alumínio inibiu em 54,8%, 83,9% e 70,8% a quantidade de amônia volatilizada das camas no 42º dia no primeiro, segundo e terceiro lotes, respectivamente. Moore et al. (1995) utilizaram sulfato de alumínio na quantidade de 65 e 130g/kg de cama e detectaram aumento no teor de NH_4^+ na cama, comprovando redução da amônia volatilizada.

O hidróxido de cálcio (cal hidratada) também melhora a qualidade da cama de frango, porém Wildey (1984) verificou que esse produto reteve o nitrogênio na cama de frango por apenas duas semanas, sendo necessária uma reaplicação após esse período. Ao comparar a cal hidratada com o sulfato de cobre (4%), ácido benzoico (2%) ou ácido acético (3%), Sobih et al. (1990) observaram que o sulfato de cobre e a cal hidratada mostraram-se mais efetivos, controlando a emissão de amônia pela fixação de nitrogênio nos dejetos durante 21 dias. Os ácidos benzoico e acético controlaram a emissão de amônia somente por 10 e 15 dias, respectivamente. Dai Prá et al. (2009) relataram pH alcalino na cama após o 12º dia de administração de diferentes dosagens de cal virgem. Lucca et al. (2012) observaram que hidróxido de cálcio, sulfato de alumínio ou sulfato de cálcio filosilicato expandido tiveram eficácia semelhante na redução da umidade da cama de frangos de corte.

O aumento da densidade pode se tornar um entrave na criação de frangos de corte, pois o excesso de animais por área acelera a deterioração da cama devido ao aumento de deposição de excretas e de umidade, com consequentes problemas no bem-estar, sanidade e desempenho das aves. Nesse sentido, o aumento da espessura da cama é recomendado para amenizar o problema (VIEIRA, 2011). Macari e Campos (1997) estudaram a relação entre densidade de criação, umidade da cama e a interferência da altura na mesma e recomendam espessura mínima de 10cm no inverno e de 5cm no verão quando a densidade é de 14 ou mais aves/m².

Promover boa ventilação minimiza os principais problemas do confinamento aviário, supre a necessidade de oxigênio, remove gases tóxicos como a amônia e impede o acúmulo de umidade no ambiente. O uso de ventiladores, cortinas laterais e lanternins pode garantir circulação adequada, eficiente para manter a umidade relativa do ar entre 40 e 60% e reduzir o risco de empastamentos da cama próximos a comedouros e bebedouros. Durante a noite, as cortinas laterais devem ser levantadas para evitar-se a queda de temperatura no interior do galpão e, ainda nas primeiras horas da manhã, recomenda-se abaixá-las para favorecer a troca de ar, além de ser necessário que a cama seja revolvida para evitar o excesso de poeira no interior do galpão. Esse manejo deve ocorrer inclusive no inverno, pois nessa época o teor de amônia no interior da instalação costuma ser alto (AVILLA et al., 1992).

CONCLUSÃO

O correto manejo da cama aviária para controlar a volatilização da amônia é importante para melhorar os índices da avicultura. A fim de diminuir resíduos e tornar a

criação de frangos de corte mais sustentável ambientalmente pode-se reutilizar a cama, especialmente de maravalha, mas é fundamental que seu manejo seja controlado e sejam realizadas inspeções frequentes quanto ao teor de umidade da cama e concentração de amônia no ambiente. Assim, será possível diminuir perdas econômicas, aumentar a produtividade e reduzir índices de lesões podais, oftálmicas e respiratórias das aves, garantindo aumento de bem-estar animal.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA PAZ, I. C. L.; MENDES, A. A.; MARTINS, M. R. F. B.; FERNANDES, B. C. S.; ALMEIDA, I. C. L.; MILBRADT, E. L.; BALOG, A.; KOMIYAMA, C. M. 2009. Follow-up of the development of femoral degeneration lesions in broilers. *Int J Morphol*, 27, p.571-575.
- AMERICAN HUMANE ASSOCIATION FARM ANIMAL PROGRAM. Animal Welfare Standards for Broiler Chickens with Appendices A-E: Farm Manual, Animal Welfare Standards Checklist, Non-Conformance Forms, & References, 2012. Disponível em: <www.theHumaneTouch.org>. Acesso em: 17 jul. 2015.
- ANDERSON, D. P.; BEARD, C. W.; HANSON, R. P. Influence of poultry house dust, ammonia and carbon dioxide on the resistance of chicken to Newcastle disease virus. *Avian Dis*, 20, p.177-188, 1965.
- AVILLA, V.S.; MAZZUH, H.; FIGUEIREDO, E. P. Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante. *Circular Técnica* n.16. Concórdia: EMBRAPA, 1992. 38p.
- BERNARDI, R. *Problemas locomotores em frangos de corte*. 62f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados. 2011. Disponível em: <<http://www.ufgd.edu.br/fca/mestrado-zootecnia/dissertacoes/problemas-locomotores-em-frangos-de-corte>>. Acesso em 01 nov. 2015.
- BIRGILI, S. E.; MONTENEGRO, G. I.; HESS, J. B.; ECKMAN, M. K. Sand as litter for rearing broiler chickens. *J Appl Poult Res*, 8, p.345-351, 1999.
- BRAKE, J. D.; FULLER, M. J.; BOYLE, C. R.; LINK, D. E.; PEEBLES, E. D.; LATOUR, M. A. Evaluations of whole chopped kenaf and kenaf core used as a broiler litter material. *Poult Sci*, 72, p.2079-2083, 1993.
- BRANTON, S. L.; MASLIN, W. R.; MILLER, W. W.; SIMMONS, J. D. Histologic and ophthalmic effects of graded ammonia concentrations and duration of exposure on the chicken eye. *Poult Sci*, 70 (suppl. 1), p.149, 1991.
- BURGESS, R. P.; CAREY, J. B.; SHAFER, D. J. The impact of pH on nitrogen retention in laboratory analysis of broiler litter. *Poult Sci*, 77, p.1620-1622, 1998.
- CABRERA, M. L.; CHIANG, S. C. Water content effect on denitrification and ammonia volatilization in poultry litter. *Soil Sci Soc Am J*, 58, p.811-816, 1994.
- CARVALHO, C. M. C.; LITZ, F. H.; FERNANDES, E. A.; SILVEIRA, M. M.; MARTINS, J. M. S.; FONSECA, L. A.; ZANARDO, J. A. Litter characteristics and pododermatitis incidence in broilers fed a sorghum-based diet. *Rev Bras Cienc Avic*, 16, p.291-296, 2014.

CHARLES, D. R. ; PAYNE, C. G. The influence of graded levels of atmospheric ammonia on chickens. I. Effects on respiration on the performance of broilers and replacement growing stock. *Br Poult Sci*, 7, p.177-187, 1966.

CRAVENER, T. L.; ROUSH, W. B.; MASHALY, M. M. Broiler production under varying population densities. *Poult Sci*, 71, p.427-433.

DAI PRÁ, M. A.; CORREA, E. K.; ROLL, V. F.; XAVIER, E. G.; LOPES, D. C. N.; LOURENÇO, J. T.; ROLL, A. P. Uso de cal virgem para o controle de *Salmonella* spp e *Clostridium* spp em camas de aviário. *Cienc Rural*, 39, p.1189-1194.

DE ANGELO, J. C.; GONZÁLES, E.; KONDO, N.; ANZAI, N. H.; MEDEIROS, M. C. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frango de corte. *R Bras Zootec*, 26, p.121-130.

DELGADO, A. A. Composição químico-bromatológica da cama de frangos com adição de gesso. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1998.

DEVILIN, T. M. Manual de bioquímica com correlações clínicas. In: _____. *Metabolismo de aminoácidos*. 6.ed. São Paulo: Blücher. 2011. p.732-736.

DONSBOUGH, A. L.; POWELL, S.; WAGUESPACK, A.; BIDNER, T. D.; SOUTHERN, L. L. Uric acid, urea, and ammonia concentrations in serum and uric acid concentration in excreta as indicators of amino acid utilization in diets for broilers. *Poult Sci*, 89, p.287-294, 2010.

FIorentin, L. *Aspectos bacteriológicos da reutilização da cama de aviários de frangos de corte*. 2005. Disponível em <<http://www.nordeste rural.com.br/>>. Acesso em: 28 out. 2015.

GALLO, L. A. A. *Produtividade agrícola é o resultado final dos eventos bioquímicos que ocorrem nas plantas*. 2012. Disponível em: <<http://docentes.esalq.usp.br/luagalho/nitrogenio.htm>>. Acesso em: 17 jul. 2015.

GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; NÄÄS, I. A.; MOREIRA, J.; ALMEIDA, I. C. L.; TAKITA, T. S. Efeito da densidade de criação e do sexo sobre o empenamento, incidência de lesões na carcaça e qualidade da carne de peito de frangos de corte. *Rev Bras Cienc Avic*, 4, p.1-9, 2002.

GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L. A.; CALDARA, F. R. *Papel da cama na produção e bem-estar de frangos de corte*. 2010. Disponível em: <www.avisite.com.br/cet/img/cama_20110309.doc>. Acesso em: 28 jul. 2015.

GLÓRIA, N. A.; BARRETTO, M. C. V.; MORAES, C. J.; MATTIAZZO-PREZOTTO, M. E. Avaliação do gesso e de alguns fosfatos como inibidores da volatilização de amônia de estercos. *Rev Bras Cienc Solo*, 15, p.297-301, 1991.

GOLDFLUS, F. *Viabilidade da criação de frangos de corte sob alta densidade populacional*. 126f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Produção Animal). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1994.

GONZÁLES, E.; SALDANHA, E. S. P. B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. *Anais...* 38º Congresso Brasileiro de Zootecnia. Goiânia, Brasil. p.312-313.

GOPINGER, E.; AVILA, V. S.; PERONDI, D.; CATALAN, A. A. S.; KRABBE, E. L.; ROLL, V. F. B. Performance, carcass characteristics and litter moisture in broilers housed at two densities. *Acta Scientiarum. Acta Sci – Anim Sci*, 37, p.35-39, 2015.

GRAÇAS, A. S.; FONSECA, J. B.; SOARES, P. R. Densidades populacionais de frangos de corte em diferentes épocas do ano. *R Bras Zootec*, 19, p.186-196, 1990.

GREENE, J. A.; MC CRACKEN, M. R.; EVANS, R. T. Contact dermatitis of broilers – clinical and pathological findings. *Avian Pathology*, 14, p.23-28, 1985.

HERNADES, R.; CAZETTA, J. O. Método simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama aviária. *R Bras Zootec*, 30, p.824-829, 2001.

HERNADES, R.; CAZETTA, J. O.; DE MORAES, V. M. B. Frações nitrogenadas, glicídicas e amônia liberada pela cama de frangos de corte em diferentes densidades e tempos de confinamento. *R Bras Zootec*, 31, p.1795-1802, 2002.

HINTZ, T.; LINKE, S. A comprehensive experimental study of aerial pollutants in and emissions from livestock buildings. Part 1: Methods. *J Agr Eng Res*, 70, p.111-119, 1998.

JORGE, M. A. Cama de frangos de corte: como fazer dela sua aliada na prevenção de enfermidades. *Anais...* Conferência Apinco de Ciências e Tecnologias Avícolas. Santos, Brasil. 1991. p.21-28.

JORGE, M. A.; MARTINS, N. R. S.; RESENDE, J. S. Cama de frango e sanidade avícola. *Anais...* Conferência Apinco de Ciência e Tencologia Avícolas. São Paulo, Brasil. 1991. p.24-37.

LIEN, R. J.; CONNER, D. E. ; BILGILI, S. F. The use of recycled paper chips as litter material for rearing broiler chickens. *Poult Sci*, 71, p.81-87, 1992.

LOTT, B.; DONALD, J. Avicultura industrial. Amônia. 2003. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/amonia/20030711113203_05098>. Acesso em: 06 set. 2015.

LUCCA, W.; CECCHIN, R.; TIMBOLA, E.; GRANDIN, J.; LUCCA, M. S. Efeito de diferentes tratamentos químicos em cama para aves de corte. *R Agroamb*, 4, p.25-31, 2012.

LYNN, N. J.; TUCKER, S. A.; BRAY, T. S. Litter condition and contact dermatitis in broiler chickens. *Proceedings...* Quality of poultry products and poultry meat. Doorwerth, Netherlands. 1991.

MACARI, M.; CAMPOS, S. S. Respostas fisiológicas de frangos de corte criados em alta densidade. *Anais...* Simpósio sobre Ambiência, Sanidade e Qualidade da Carcaça de Frangos de Corte. Concórdia, Brasil. 1997. p.1-13.

MALONE, G. W. Nutrient enrichment in integrated broiler production systems. *Poult Sci*, 71, p.1117-1122, 1992.

MANUAL de Manejo de Frango de Corte COBB (2008). Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2015.

MARTINS, R. S.; HÖTZEL, M. J.; POLETTO, R. Influence of in-house composting of reused litter on litter quality, ammonia volatilisation and incidence of broiler foot pad dermatites. *Brit Poult Sci*, 54, p.669-676, 2013.

MARTLAND, M. F. Wet litter as a cause of plantar pododermatites leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. *Avian Pathol*, 13, p.241-252, 1984.

MARTRENCAR, A.; BOILLETOT, E.; HUONNIC, D.; POL, F. Risk factors for foot-pad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. *Prev Vet Med*, 52, p.213-226, 2002.

MARTRENCHAR, A.; MORISSE, J. P.; HUINNIC, D.; COTTE, J. P.; MOINARD, C. Influence of stocking density on some behavioural, physiological and productivity traits of broilers. *Veterinary Research, Bio Med Central*, 28, p.473-480, 1997.

MC ILROY, S. G.; GOODAL, E. A.; MC MURRAY, C. H. A contact dermatitis of broilers – epidemiological findings. *Avian Pathol*, 16, p.93-105, 1987.

MC WARD, G. W.; TAYLOR, D. R. Acidified clay litter amendment. *J Appl Poult Res*, 9, p.518-529, 2000.

MILES, D. M.; BROOKS, J. P.; MC LAUGHLIN, M. R.; ROWE, D. E. Broiler litter ammonia emissions near sidewalls, feeders, and waterers. *Poult Sci*, 92, p.1693-1698, 2013.

MILES, D. M.; MILLER, W. W.; BRANTON, S. L.; MASLIN, W. R.; LOTT, B. D. Ocular responses to ammonia in broiler chickens. *Avian Dis*, 50, p.45-49, 2006.

MOORE JR, P. A.; DANIEL, T. C.; EDWARDS, D. R.; MILES, D. M. Effect of chemical amendments on ammonia volatilization from poultry litter. *J Environ Qual*, 24, p.293-300, 1995..

NAGARAJA, K. V.; EMERY, D. A.; JORDAN, K. A.; SIVANANDAN, V.; NEWMAN, J. A.; POMEROY, S. Effect of ammonia on the quantitative clearance of *Escherichia coli* from lungs, air sacs, and livers of turkeys aerosol vaccinated against *Escherichia coli*. *Am J Vet Res*, 45, p.392-395, 1984.

NEME, R.; SAKOMURA, N. K.; OLIVEIRA, M. D.; LONGO, F. A.; FIGUEIREDO, A. N. Adição de gesso agrícola em três tipos de cama de aviário na fixação de nitrogênio no desempenho de frango de corte. *Cienc Rural*, 30, p.687-692, 2000.

OLANREWAJU, H. A.; MILLER, W. W.; MASLIN, W. R.; THAXTON, J. P.; DOZIER, W. A.; PURSWELL, J. E BRANTON, S. L. Interactive effects of ammonia and light intensity on ocular, fear and leg health in broiler chickens. *Int J Poult Sci*, 6, p.762-769, 2007.

OLIVEIRA, M. C.; FERREIRA, H. A.; CANCHERINI, L.C. Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 56, p.536-541, 2004.

OLIVEIRA, M. C.; GOURLART, R. B.; SILVA, J. C. N. Efeito de duas densidades e dois tipos de cama sobre a umidade da cama e a incidência de lesões na carcaça de frangos de corte. *Cienc Rural*, 3, p.7-12, 2002.

OLIVEIRA, M. D. S.; VIEIRA, P. F.; SAMPAIO, A. A. M. Efeito do tempo de estocagem sobre a composição bromatológica da cama de frango. *R Bras Zootec*, 17, p.115-119, 1988.

OYETUNDE, O. O. F.; THOMSON, R. G.; CARLSON, H. C. Aerosol exposure of ammonia, dust and *Escherichia coli* in broiler chickens. *Can Vet J*, 19, p.187-193, 1978.

PAGANINI, F. J. Manejo da cama. In: MENDES, A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. *Produção de frangos de corte*. Campinas: FACTA, 2004. p.107-116.

PROUDFOOT, F. G.; HULAN, H. W.; RAMEY, D. R. The effect of four stocking densities on broiler carcass grade, the incidence of breast blisters, and other performance traits. *Poult Sci*, 58, p.791-793, 1979.

REECE, F. N.; BATES, B. J.; LOTT, B. D. Ammonia control in broiler houses. *Poult Sci*, 58, p.754-760, 1979.

REFATTI, R.; RESTELATTO, R.; ZIELINSKI, R. P.; PAIXÃO, S. J.; MENDES, A. S. Tipos de cama e pesos iniciais ao alojamento sobre os parâmetros de umidade da cama e de incidências de lesões em frangos de corte. *Anais... 3º Seminário sobre Sistemas*

de Produção Agropecuária – Zootecnia. Dois Vizinhos, Brasil. 2003. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/dv/index.php/SSPA/article/viewFile/9/82>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

RIBAS, J. A. Avicultura industrial – Investir em bem-estar animal traz benefícios econômicos. 2015. Disponível em: http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/investir-em-bem-estar-animal-traz-beneficios-economicos/20150511121457_Y_127>. Acesso em: 11 jul. 2015.

ROLL, V. F. B.; DAI PRÁ, M.A.; ROLL, A. P. Research on Salmonella in broiler litter reused for up to 14 consecutive flocks. *Poult Sci*, 90, p.2257-2262, 2011..

ROSA, P. S. AGEITEC – Agência Embrapa de informação tecnológica. 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000fc6ggagn02wx5eo0a2ndxuyfdtpf4.html>. Acesso em: 28 jul. 2015.

SAINSBURY, D. W. B. Health problems in intensive animal production. In: CLARK, J. A. *Environmental aspects of housing for animal production*. Londres: Butterworths, 1981. p.439-532.

SAMPAIO, M. A. P. M.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; SAMPAIO, A. A. M.; BERCHIELLI, S. C. P.; BIONDI, A. Estudo da população microbiana e da liberação de amônia da cama de frango tratada com gesso agrícola. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 51, p.559-564, 1999.

SANTOS, M. J. B.; SAMAY, A. M. A. T.; SILVA, D. A. da; REBELLO, C. B. V.; TORRES, T. R.; SANTOS, P. A.; CAMELO, L. C. L. Manejo e tratamento de cama durante a criação de aves. *R Eletron Nutriline* 9, p.1801-1815, 2012.

SANTOS, T. M. B.; LUCAS JR, J. Utilização de resíduos da avicultura de corte para a produção de energia. *Anais... 5º Congresso Internacional de Zootecnia*. Uberaba, Brasil. 2003. p.131-141.

SANTOS, T. M. B.; LUCAS JR, J.; SAKOMURA, N. K. Efeitos de densidade populacional e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte e produção de cama. *R Port Med Vet*, 100, p.45-52, 2005.

SAVIAN, J. F.; LOPES, J. M.; COSTA, P. L. C. Camas para frangos de corte: fontes e reciclagem. *Anais... 14ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Recife, Brasil. 1977. p.182.

SHIVAPRASAD, H. L. Poultry ophthalmology. In: GELLAT, K. N. *Veterinary Ophthalmology*. 3rded. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 1999. p.1177-1207.

SILVA, V. C.; RECH, D. V.; COLDEBELLA, A.; BOSETTI, N.; AVILLA, V. S. Efeito de tratamentos sobre a carga bacteriana de cama de aviário reutilizada em frangos de corte. Comunicado Técnico, 467. Concórdia: Embrapa. 2007. Disponível em: <<http://agrosoft.org.br/agropag/210469.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

SMITH, R. C. Kind of litter and breast blister on broilers. *Poult Sci*, 35, p.593-595, 1956.

SOBIH, M. A.; DOSOKY, R. Field trials to reduce ammonia content of air in broiler houses. *Assiut Vet J*, 24, p.159-164, 1990.

SOUZA, J. C. P. V. B. Embrapa participará de definição de boas práticas de reutilização da cama do aviário. 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2005/folder>>. Acesso em: 17 jul. 2015.

SU, G.; SORENSEN, P.; KESTIN, S. C. A note and the effects of perches and litter substrate on leg weakness in broiler chickens. *Poult Sci*, 79, p.1259-1263, 2000.

TRALDI, A. B.; OLIVEIRA, M. C.; DUARTE, K. F.; MORAES, V. M. B. Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada. *R Bras Zootec*, p.660-665, 2007.

UBA – União Brasileira de Avicultura – Relatório 2009/2010. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/bf03265d81def3449cc962c36dabdd8d.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

VIEIRA, M. F. A. Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de frango de diferentes materiais reutilizados sequencialmente. 81f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2011. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/ambiagro/gallery/publica%C3%A7%C3%B5es/tesefatimams.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2015.

WANG, G.; EKSTRAND, C.; SVEDBERG, J. Wet litter and perches a risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. *Brit Poult Sci*, 39, p.191-197, 1993.

WEAVER, W. D.; MEIJERHOF, R. The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth and carcass quality for broiler chickens. *Poult Sci*, 70, p.746-755, 1991.

WILDEY, H. Manage turkey litter to control ammonia. *Poult Digest*, 43, p.257, 1984.

WYATT, C. L.; GOODMAN, T. N. Research Note: The utilization of recycled sheetrock (refined gypsum) as a litter material for broiler houses. *Poult Sci*, 71, p.1572-1576, 1992.

XAVIER, D. B.; BROOM, D. M.; MC MANUS, C. M. P.; TORRES, C.; BERNAL, F. E. M. Number of flocks on the same litter and carcass condemnations due to cellulitis, arthritis and contact foot-pad dermatitis in broilers. Number of flocks on the same litter and carcass condemnations due to cellulitis, arthritis and contact foot-pad dermatitis in broilers. *Brit Poult Sci*, 51, p.586-591, 2010.