

Estratégias para Reutilização de Cama de Aviário

Virgínia Santiago Silva

Médica Veterinária, M.Sc, D.Sc
Embrapa Suínos e Aves

Introdução

A gestão da cama de frangos, desde a aquisição do material, manejo da cama dentro da produção até o destino final deste do resíduo, tem sido discutida na indústria avícola em diversos países. A preocupação com as questões sanitárias relativas à cama, tanto dentro da produção de frangos quanto no destino final deste resíduo, são preponderantes, sobretudo no que diz respeito às implicações em saúde pública.

Uma variedade de micro-organismos potencialmente patogênicos podem estar presentes na cama de frango. Alguns destes organismos são patogênicos para as aves, outros para seres humanos ou para ambos. Por esta razão, o manejo de cama deve incluir intervenções para controle de patógenos, alinhados aos programas de qualidade e boas práticas de produção e manejo.

A reutilização de cama na produção de frangos, prática comum na avicultura brasileira e em muitos outros países, requer a adoção de procedimentos eficientes na inativação e controle de microrganismos indesejáveis no intervalo entre os lotes de frangos, para assegurar a qualidade na produção. O mesmo se aplica quando o destino final da cama for o uso como fertilizante agronômico.

Existem varios métodos de manejo de cama voltados à inativação e controle de patógenos entre lotes. No Brasil, os mais frequentemente utilizados são a fermentação em leira, a adição da cal na cama e a fermentação plana, que consiste na cobertura da cama com lona em toda a extensão do aviário.

A cama pode albergar diversos patógenos aviários, incluindo agentes virais, parasitos e bactérias quando da ocorrência de doenças em um lote de frangos e, neste caso, deve ser totalmente substituída para que o mesmo problema não se perpetue em lotes subsequentes. Cada patógeno aviário apresenta características particulares quanto à resistência as variadas condições ambientais e a sobrevivência de cada agente infeccioso na cama depende de sua natureza, bem como das condições que a cama oferece para sua sobrevivência e manutenção das características infectantes. Assim, os tratamentos de cama apresentam diferentes

resultados sobre cada agente infeccioso e, como não são conhecidas as condições limitantes e ou restritivas para todos os patógenos aviários que podem permanecer na cama, em situações em que ocorrem surtos de doenças em um lote de aves, a cama não deve ser reutilizada. Entretanto, a cama de lotes de aves saudáveis poderá ser reutilizada para mais lotes de frangos, sempre que precedida por algum tratamento eficiente na inativação da carga bacteriana ou redução desses patógenos a níveis compatíveis com a produção. Deve-se ter em mente que o ambiente de produção de aves é naturalmente contaminado e que as boas práticas de produção visam redução dos riscos microbiológicos a níveis compatíveis com a produção, atuando preventivamente sobre riscos potenciais.

Fatores que influenciam a viabilidade e multiplicação bacteriana na cama

Vários fatores físicos, químicos e biológicos podem influenciar a carga bacteriana das camas, atuando simultaneamente. Os fatores biológicos representados pela grande diversidade de formas de vida presentes na cama certamente têm seu papel na dinâmica do controle microbiológico e alguns fatores físicos e químicos desempenham importante papel na inativação de patógenos, tais como pH, temperatura, concentração de amônia e atividade da água e, por esta razão, sua relação com a microbiota da cama é frequentemente investigada.

A temperatura é um agente físico eficiente na inativação de bactérias indesejáveis. Porém, para obtenção de efeito inibitório satisfatório na cama deve-se considerar o binômio: temperatura x tempo de exposição, além da uniformidade de temperatura em todo o material. O método fermentativo em leiras é eficiente na elevação de temperatura, porém, já foi demonstrado que em leiras com temperatura interna de 50°C, a temperatura da superfície manteve-se em 23°C (Jeffery et al., 1998), não apresentando o efeito inibitório sobre patógenos. Bush et al. (2007) verificaram alta variação de temperatura de camas de maravalha enleiradas, quando a temperatura mais elevada foi 63°C no centro da leira após 19 a 21 dias do processo fermentativo, enquanto no mesmo período, as temperaturas da base e superfície variaram apenas entre 28°C e 33°C.

O pH é um indicador que pode ser manipulado pela adição de produtos na cama, tornando-a mais ácida a níveis inibitórios para a multiplicação bacteriana. O pH da cama pode variar de levemente ácido (6,0) a alcalino (9,0), condição que permite a multiplicação da maioria dos patógenos de interesse na avicultura, inclusive os zoonóticos (Fiorentin, 2005). Os métodos de acidificação da cama parecem surtir bom efeito inibitório sobre bactérias indesejáveis. A redução do pH, além de reduzir a carga bacteriana da cama, reduz a volatilização da amônia, melhorando as condições ambientais do aviário, pois a volatilização da amônia ocorre em pH 7,0 ou superior (Ivanov, 2001). Foi demonstrado que a adição de 5% de ácido cítrico reduziu o pH a 5,0, apresentando efeito redutor na carga bacteriana na cama (Ivanov, 2001). Pope & Cherry (2000) utilizaram bissulfato de sódio na cama e observaram grande redução de bactérias totais na primeira semana após a aplicação, enquanto a redução na concentração de *Escherichia coli* foi detectada até duas semanas da aplicação do produto. Com a adição de bissulfato de sódio e de sulfato de alumínio em cama de maravalha, Line & Bailey (2006) demonstraram uma sensível redução no pH nas duas primeiras semanas após a aplicação, especialmente nas aplicações de bissulfato de sódio, porém, após este período os níveis tornaram a subir, tornando-se compatíveis com as formas de vida bacteriana presentes na cama. A acidificação da cama no período entre lotes poderia ser uma alternativa para a redução da carga bacteriana das camas, visto que os efeitos deste tratamento são mais expressivos na primeira semana após a aplicação, porém, a relação entre custo e benefício deve ser considerada, pois haveria aumento da mão de obra e o custo dos produtos, onerando a produção.

A atividade da água (A_w) é uma representação dinâmica da capacidade da amostra em umedecer o ar a sua volta e não um índice que indica simplesmente a quantidade de água da amostra, pois define a quantidade de água disponível para as bactérias de forma mais adequada do que o simples inverso da matéria seca (Fiorentin, 2005). A redução da atividade da água diminui a multiplicação bacteriana, embora algumas bactérias apresentem capacidade de adaptação a condições de baixa A_w . Rezende et al. (2001) demonstraram que a A_w acima de 0,85 favorece a multiplicação bacteriana e que são necessários índices inferiores a este para evitar a multiplicação de salmonelas na cama. Payne et al. (2007) demonstraram que a melhor relação entre pH e atividade da água para redução da população de Salmonelas na cama foi de atividade da água (A_w) $\leq 0,84$ e $pH \leq 4,0$.

A associação entre concentração de amônia na cama aviária e seu potencial efeito inibitório sobre patógenos é apresentada de forma controversa na literatura. Enquanto alguns autores observaram maior sobrevivência de salmonelas em locais onde a cama de aviário estava mais úmida e com maior concentração de amônia, outros reportaram que a concentração de amônia reduziu a população desta bactéria na cama (Opara et al., 1992; Turnbull & Snoeyenbos, 1973). Bush et al. (2007), pesquisando o efeito de fermentação em leiras sobre a viabilidade de salmonelas na cama aviária, observaram que durante o processo fermentativo 98,7% da população da bactéria inoculada foi eliminada, sendo detectada somente em dois pontos da leira após 21 dias de processo. Entretanto, nos dois pontos da leira onde o patógeno foi recuperado, a população decresceu drasticamente, com pelo menos 5 Log de redução com relação a concentração do inicial do patógeno no local. Também foi demonstrado que a temperatura das leiras não foi o único fator limitante para a eliminação de salmonelas, pois o patógeno também foi eliminado em locais da cama onde a temperatura não sofreu aquecimento, mantendo-se em uma amplitude favorável à multiplicação bacteriana. Houve, porém, a constatação de que a concentração de amônia foi mais baixa nos pontos da leira onde a eliminação da população de salmonelas não foi total. Os autores concluíram que a cama aviária não é um ambiente favorável à sobrevivência e multiplicação de salmonelas, porém não atribuíram o efeito "salmonelcida" à elevação de temperatura da cama decorrente da fermentação ou a outro fator isoladamente, admitindo que fatores como pH, concentração de amônia, umidade e competição entre micro-organismos saprófitas da cama, atuando simultaneamente, possam estar associados ao efeito redutor dessas bactérias.

Métodos para redução da carga bacteriana em cama aviária

A reutilização de cama para mais de um lote é comum na produção de frangos em diversos países, inclusive no Brasil. Para que a cama possa ser reutilizada de forma segura, esta deve ser submetida a algum tipo de manejo ou tratamento que promova a inativação ou redução de microrganismos indesejáveis para evitar a transmissão de patógenos de um lote para outro. Na prática a cama é reutilizada, em média, para quatro a oito lotes de frangos, sendo o uso por seis lotes, com uma troca de cama ao ano, o procedimento mais recomendável.

A primeira questão a ser observada antes de eleger um método de tratamento de cama diz respeito à situação sanitária das aves:

"Quando ocorrerem episódios sanitários em um lote de aves, a cama não deve ser reutilizada".

Nestes casos, recomenda-se a substituição total da cama após vazio sanitário e desinfecção completa das instalações para o alojamento do lote seguinte. A cama descartada também deve ser tratada, preferencialmente submetida a um processo fermentativo ou compostagem, antes de ser removida do

aviário, especialmente quando o destino final for o uso como fertilizantes, evitando a disseminação de patógenos no ambiente.

Independente do manejo ou tratamento de cama que se for utilizar, algumas práticas são rotineiramente adotadas após a retirada das aves, antes de iniciar o tratamento propriamente dito. Em geral, após a saída do lote de frangos e a retirada dos equipamentos do aviário, procede-se a remoção das porções mais úmidas da cama, bem como crostas de cama e fezes que se formam durante o alojamento e ficam aderidas nas áreas próximas aos comedouros e bebedouros.

Após a retirada das crostas pode-se fazer uso de lança-chamas, inicialmente revolvendo a cama para trazer à superfície as penas, larvas e insetos que ficam em camadas mais profundas. Este procedimento é o início do processo de higienização da cama e é muitas vezes repetido no final do intervalo entre lotes, após o tratamento e antes do alojamento do lote seguinte. O lança-chamas é um equipamento que, ligado a um botijão de gás, funciona como um maçarico, sendo um equipamento de risco quando manejado de forma inadequada ou por operadores inexperientes. Embora seja uma prática bastante usada na avicultura, o uso de lança-chamas deve ser avaliado com cautela, não sendo recomendado quando os operadores não estiverem preparados para esta atividade.

Método do enleiramento no centro do aviário

No método de fermentação em leira a cama é empilhada no centro do aviário e coberta com lona plástica em toda a sua extensão. Recomendam-se leiras de aproximadamente um metro de altura. A preparação do aviário deve seguir os seguintes passos:

- a) Após a depopulação procede-se a queima de penas com lança-chamas.
- b) Remoção das crostas de cama em todo aviário. Na parte inicial (cerca de 25% da área do galpão utilizada como pinteiro) é removido o material e depositado junto ao restante da cama, no centro do galpão, para fermentação.
- c) No restante da área (cerca de 75%) é feita remoção da cama das laterais fazendo uma pilha ou leira de cama no centro, ao longo do aviário.
- d) Cobertura da pilha (leira) com lona plástica em toda a sua extensão mantendo-a coberta por 10 a 12 dias (período de fermentação).
- e) Remoção da lona após 10 a 12 dias e distribuição da cama tratada no aviário, exceto na área inicial do aviário (pinteiros).
- f) Ventilação do aviário por dois a três dias antes do alojamento. O período de ventilação pode ser ampliado quando a emissão de amônia estiver muito forte, pois o excesso de amônia é nocivo para as aves. Em camas mais velhas, reutilizadas por mais lotes, o teor de amônia é bastante elevado, sendo recomendável ampliar o tempo de ventilação sempre que possível.
- g) Colocação de cama nova em toda área reservada para pinteiro, cerca de 25% do aviário, na véspera do alojamento.

Em determinadas condições, em regiões de clima mais seco, pode-se umedecer a cama antes de cobrir a leira com lona, para favorecer o processo fermentativo.

Método de cobertura com lona em todo o aviário ou *fermentação plana*

No método de cobertura com lona plástica em todo o aviário, após a depopulação, a cama é umedecida antes da colocação da lona. Neste método é importante que a lona seja bem colocada em toda a extensão do aviário, de forma a evitar a entrada de ar entre a cama e a lona. Para tal, recomenda-se que as laterais e extremidades da lona sejam colocadas por baixo da camada de cama, rente ao piso do aviário. A preparação desse método deve seguir os seguintes passos:

- a) Umedecimento da cama utilizando cerca de 20 litros de água por metro linear.
- b) Revestimento dos pilares centrais (quando houver) do aviário com lona (aproximadamente 1m^2).
- c) Remoção da cama das paredes laterais do aviário abrindo um sulco entre as paredes e a cama, para colocação da lona.
- d) Recolhimento de restos de cama nas adjacências do aviário e colocação na área central do galpão, misturando com a cama a ser fermentada.
- e) Cobertura da cama com lona em toda a extensão do aviário, colocando as laterais e extremidades da lona rente ao piso, por baixo da camada de cama, para evitar a entrada de ar.
- f) Remoção da lona após 10 dias de fermentação, retirando as crostas e revolvendo a cama em todo o aviário.
- g) Queima de penas com lança-chamas.
- h) Ventilação do aviário por, no mínimo, dois dias antes do alojamento. Este período pode e deve ser ampliado sempre que possível, especialmente a partir do terceiro ou quarto lotes de aves criadas na mesma cama, devido a elevação nos níveis de amônia.

Este método é uma variação do processo fermentativo em leiras e, devido aos resultados muito positivos na redução de patógenos, tem sido empregado por muitas empresas brasileiras. A fermentação plana apresenta vantagens práticas sobre a fermentação em leiras, pois demanda menos mão de obra e a experiência prática dos usuários tem mostrado efeito superior aos demais tratamentos de cama na redução de *Alphitobius diaperinus*. Embora seja um processo fermentativo, neste sistema a temperatura da cama não sofre elevação significativa para ser considerada como condição restritiva aos patógenos bacterianos nela presentes, porém outros fatores como a produção e distribuição mais homogênea da amônia nas camas pode estar associada a este efeito sobre os microrganismos.

Método da Aplicação de Cal

Este método é bastante difundido e sua ação na redução da carga bacteriana das camas está associada com a redução da atividade da água, pois a umidade torna o ambiente de cama favorável à multiplicação bacteriana. Do ponto de vista prático, este método requer equipamento apropriado para incorporação uniforme do produto e não apresenta resultados expressivos na redução bacteriana quando comparado aos fermentativos, porém a aplicação da cal pode ser associada com outros métodos quando a umidade da cama for excessiva. A preparação do aviário e aplicação da cal, conforme tem sido comumente aplicado em agroindústrias avícolas, segue os seguintes passos, podendo haver variações na quantidade da cal:

- a) Remoção de toda a cama úmida, compactada (em crostas) ou em má condição logo após a depopulação.

- b) Aplicação de lança-chamas, uniformemente, em toda a superfície da cama, para queimar as penas.
- c) Distribuição de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (cal) em todo o galpão (mínimo de $3,6\text{kg}/\text{m}^3$), até 72 horas antes do alojamento das aves, utilizando equipamento apropriado para incorporar uniformemente o produto na cama.
- d) Adição de cama nova, seca, em quantidade equivalente à cama que foi removida, na área dos pinteiros.
- e) Após a incorporação de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aplicação de lança-chamas, uniformemente, em toda a cama, para queima das penas.
- f) Alojamento das aves dois a três dias após a aplicação da cal.

Efeito comparativo dos métodos de tratamento de cama sobre carga de bactérias entéricas totais e sobre Salmonelas

Em estudo realizado na Embrapa Suínos e Aves, foram comparados os efeitos dos tratamentos fermentativos em leira, fermentação plana com lona no aviário, aplicação de cal e camas sem intervenção, sobre a carga de bactérias entéricas Gram-negativas e *Salmonella* Enteritidis Fagotipo 4 (SEPT4).

Avaliaram-se os efeitos dos tratamentos sobre a carga de enterobactérias totais em camas de 24 aviários, seis de cada tratamento, por seis lotes consecutivos de frangos de corte. Em todos os aviários o intervalo entre lotes foi de 12 dias ou superior, no caso da aplicação da cal. As camas novas, antes do primeiro alojamento, também foram submetidas a análises bacteriológicas. Os resultados mostraram efeito redutor das bactérias avaliadas em todos os tratamentos, inclusive nos controle sem intervenção, porém os resultados dos métodos fermentativos foram superiores na redução dessas bactérias e a fermentação plana, com lona em toda a extensão do aviário foi o método que apresentou melhores resultados na avaliação comparativa.

A fermentação plana também tem se mostrado superior aos demais métodos na redução de *Alphitobius diaperinus* presentes na cama, os quais podem albergar bactérias indesejáveis, atuando como fonte de infecção para as aves que os ingerem. Neste trabalho foi demonstrado que camas novas de maravalha podem chegar ao aviário com carga contaminante bastante elevada, muitas vezes superior à carga bacteriana das camas tratadas e reutilizadas. Esta informação deve ser considerada na eleição do fornecedor das camas, pois revela que estas provavelmente vêm contaminadas da origem. A Figura 1 resume os resultados desse trabalho, mostrando a carga bacteriana das camas novas e ao final de cada período entre lotes, em seis lotes consecutivos.

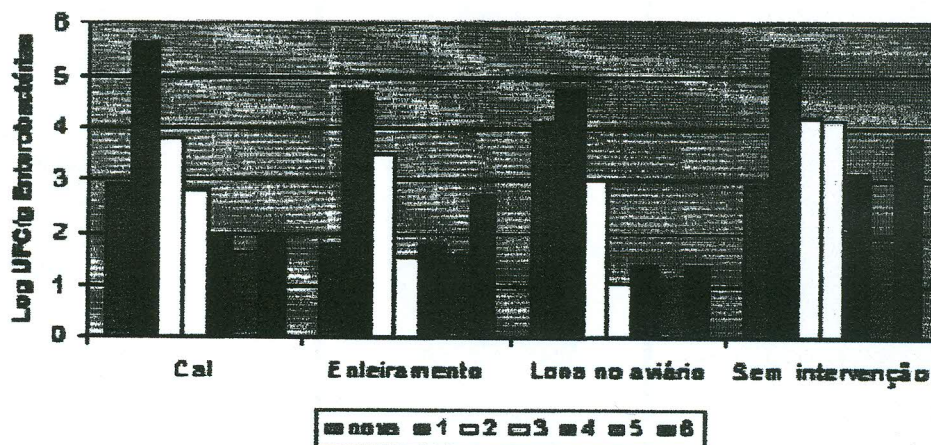


Figura 4. Médias, em Log (UFC/g) de Enterobactérias, das camas novas e ao final dos intervalos dos seis lotes nos quatro tratamentos avaliados.

O efeito desses métodos no controle de salmonelas (SEPT4) em camas experimentalmente contaminadas também foi avaliado e os resultados foram igualmente positivos, tanto na avaliação quantitativa quanto qualitativa do agente, mostrando a eliminação total em todos os tratamentos, exceto nas camas controle (Silva ET AL. 2009). As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados das avaliações quantitativa e qualitativa de *Salmonella* Enteritidis Fagotipo 4 frente aos quatro tratamentos, em camas de terceira criada experimentalmente inoculadas.

Tabela 1. Médias e erros padrão das contagens de salmonela transformadas na escala logarítmica em função dos tratamentos e do dia de tratamento.

Dia	Tratamentos			
	Cal	Enleiramento	Cobertura com Lona no aviário	Sem intervenção
0	3,67±0,25	3,80±0,19	3,25±0,12	3,72±0,22
3	1,30±0,59	0,00±0,00	0,41±0,41	2,03±0,48
6	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,17±0,17
9	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
12	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00

Tabela 2. Porcentagens de salmonela resultante dos exames qualitativos por repetições e tratamento.

Dia	Tratamentos				P*
	Cal	Enleiramento	Cobertura com Lona no aviário	Sem intervenção	
0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
3	100,0	50,00	66,67	100,0	0,1107
6	83,33	0,00	0,00	100,0	<0,0001
9	66,67	16,67	16,67	83,33	0,0549
12	0,00	0,00	0,00	50,00	0,0395

*Níveis descritivos de probabilidade do teste exato de Fisher.

Esses resultados mostram que o intervalo de 12 dias entre lotes é necessário e que o efeito dos tratamentos na redução de patógenos não será o mesmo quando este período for reduzido. Na prática, sabe-se que a dificuldade de aquisição de material de cama em determinadas épocas e regiões, bem como preço elevado do material e demandas de mercado podem levar a uma redução no intervalo entre lotes, porém os resultados mostram claramente o impacto dessa alteração sobre o efeito dos tratamentos.

Os estudos realizados até o momento foram direcionados a patógenos implicados em segurança dos alimentos, porém outros patógenos aviários, tais como eimérias, *Clostridium sp.* podem sobreviver ao processo fermentativo. Por esta razão, o manejo sanitário que inclui o controle da coccidiose não deve ser negligenciado. Da mesma forma, o manejo sanitário para controle de como alguns vírus resistentes a variadas condições ambientais como o vírus da doença de Gumboro e vírus da doença de Marek. Deve-se ter em mente que a fermentação para reutilização de cama é recomendada em lotes de aves saudáveis. Diante de episódios sanitários a cama deve ser totalmente substituída e sempre precedida de vazio sanitário completo, com limpeza e desinfecção criteriosa.

Por outro lado, a eleição de um método de tratamento de cama deve levar em consideração o efeito deste sobre vetores, os quais podem albergar patógenos diversos e recontaminar as aves e a cama de um lote para outro. A persistência de *Alphitobius diaperinus* na cama de um lote para outro pode manter uma gama de patógenos que, na cama, seriam eliminados pelo processo fermentativo, mas podem persistir viáveis neste

vetor. Como exemplo pode-se citar *Campylobacter sp.*, que não resiste as condições ambientais de cama mas pode ser albergado em sua forma infectante em *Alphitobius diaperinus*, entre outros vetores.

A reutilização de cama é uma prática segura, viável e sustentável desde que seja precedida de tratamento eficiente na inativação e controle de patógenos.

Bibliografia

- AVILA, V.S. DE; JAENISH, F.R.F.; PIENIZ, L.C.; LEDUR, M.C.; ALBINO, L.F.T.; OLIVEIRA, P.A.V. DE. Produção e manejo de frangos de corte. EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Documentos, Número 28. 1992. p.11.
- BATES, C.; HIETT, K.L.; STERN, N.J. Relationship of *Campylobacter* isolated from poultry and from darkling beetles in New Zeland. *Avian Diseases*, v.48, p.138-147. 2004.
- Barker, K.J., Purswell J.L, Davis, J.D., Parker, H.M., Kidd, M.T., McDaniel, C.D. , Kiess, A.S. Distribution of Bacteria at Different Poultry Litter Depth **International Journal of Poultry Science** 9 (1): 10-13, 2010.
- BUSH, D. J.; POORE, M. H.; ROGERS, G. M.; ALTIES, C. Effecting of stacking method on *Salmonella* elimination from recycled poultry bedding. *Bioresource Technology*, v. 98, p. 571-578, 2007.
- CARR, L.E.; MALLINSON, E.T.; TATE, C.R.; MILLER, R.G.; RUSSEK-COHEN, E.; STEWART, L.E.; OPARA, O.O.; JOSEPH, S.W. Prevalence of *Salmonella* in broiler flocks: effect if litter water activity, house construction and watering devices. *Avian Diseases*, v.39, p.39-44, 1995.
- FIORENTIN, L. Reutilização da cama na criação de frangos de corte e as implicações de ordem bacteriológica na saúde humana e animal. EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Documentos, Número 94. 2005. p.23.
- FIORENTIN, L. Processos de tratamento para reutilização de cama de aviário: Aspectos bacteriológicos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, ., p.17-24.
- Giambrone J. J., Fagbohun, O. , Macklin K. S. Management Practices to Reduce Infectious Laryngotracheitis Virus in Poultry Litter **J. Appl. Poult. Res.** 17:64-68, 2008.
- IVANOV, I.E. Treatment of broiler litter with organic acids. *Research in Veterinary Science*, v.70, p.169-173. 2001.
- JEFFREY, J. Inactivation of bacteria in stacked poultry litter. *USPEA Final Report*. University of California-Davis. Davis, CA, USA, 8p. 2001.
- LINE, J.E. & BAILEY, J. S. Effect of On-Farm Acidification treatments on *Campylobacter* and *Salmonella* populations in Comercial Broiler Houses in Northeast Georgia. *Poultry Sciences*, v.85, p.1529-1534. 2006.
- Macklin K. S., Hess, J. B., Bilgili, S. F. In-House Windrow Composting and Its Effects on Foodborne Pathogens **J. Appl. Poult. Res.** 17:121-127, 2008
- NANDI, S.; MAURER, J.J.; HOFACRE, C.; SUMMERS, A.O. Gram-positive bacteria are a major reservoir of Class 1 antibiotic resistance intergrons in poultry litter. *Proceedings of the National Academy of Science*, v.101, p.7118-7122. 2004.

- PAIVA, D. P. Manejo da cama após a retirada do aviário para evitar a criação de moscas. EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Instrução Técnica para o Avicultor, Número 23. 2005.
- PAYNE, J. B.; OSBORNE, J. A.; JENKINS, P. K.; SHELDON, B. W. Modeling the growth and dead kinetics of *Salmonella* in poultry litter as a function of pH and water activity, *Poultry Sciences*, v.86, p.191-201. 2007.
- PATRICK, M.E.; CHRISTIANSEN, L.E.; WAINO, M.; ETHELBERG, S.; MADSEN, H.; WEGENER, H.C. Effects of climate on incidence of *Campylobacter* spp. in humans and prevalence in broiler flocks in Denmark. *Applied Environmental Microbiology*, v.70, p.7474-7480, 2004.
- REHBEGER, T. Controlling litter microorganisms. *E-Digest*, v.2, p.1-7. 2002.
- REZENDE, C.L.E.DE.; MALLINSON, E.T.; GUPTE, A.; JOSEPH, S.W. *Salmonella* spp. are affected by different levels of water activity in closed microcosms. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, v.26, p.222-225. 2001.
- SILVA, V.S., VOSS, D., COLDEBELLA, A., BOSETTI, N., ÁVILA, V. S. **Efeito de tratamentos sobre a carga bacteriana de cama de aviário reutilizadas para frangos de corte.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007, 10p. (Embrapa suínos e Aves. Comunicado Técnico, 467).