

VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA EM DIFERENTES TIPOS DE CAMA PARA FRANGOS DE CORTE

VOLATILIZATION OF AMMONIA IN DIFFERENT TYPES OF BROILER LITTER

Leonardo Willian de FREITAS¹

Rodrigo Garófallo GARCIA*

Irenilza de Alencar NÄÄS

Fabiana Ribeiro CALDARA

Nilsa Duarte da Silva LIMA

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o uso de diferentes tipos de substratos para cama de aviário e sua influência sobre o ganho de peso de frango de corte. Foram utilizados 2.332 pintos de um dia, criados em aviário convencional dividido em boxes de 4,5m², em densidade de 12 aves/m². Aos 21, 28, 35 e 40 dias de criação foram coletadas amostras das camas, para determinação dos teores de matéria seca (MS), pH, volatilização de amônia e temperatura (°C). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso, utilizando-se seis tratamentos (tipos de cama: bagaço de cana; maravalha; casca de arroz; capim napier (*Pennisetum pupureum*); bagaço de cana (50%) + casca de arroz (50%) e bagaço de cana (50%) + maravalha (50%)) com cinco repetições (boxes) e 53 aves por parcela. A maravalha pode ser substituída por bagaço de cana, casca de arroz e suas associações com a maravalha. Não se recomenda a utilização de capim napier triturado.

Palavras-chave: amônia, qualidade de cama, cama de frango, avicultura

ABSTRACT

The present study was conducted to evaluate the use of different substrates for poultry litter and its influence on the weight gain of broilers. 2,332 day-old chicks, reared in conventional aviary divided into boxes of 4,5m² in density of 12 birds / m² were used. At 21, 28, 35 and 40 days of creation of the beds samples were collected for determination of dry matter (DM), pH, ammonia volatilization and temperature (° C). The experimental design was completely randomized,

Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.
* rodrigogarcia@ufgd.edu.br

using six treatments (bed types: sugarcane bagasse, wood shavings, rice husk; Napier grass (*Pennisetum purpureum*), sugarcane bagasse (50%) + rice husk (50 %) and sugarcane bagasse (50%) + shavings (50%)) with five replicates (boxes) and 53 birds per pen. The shavings can be replaced by sugar cane bagasse, rice husk and its associations with the shavings. We do not recommend the use of crushed Napier grass.

Keywords: ammonia, quality bedding, poultry litter, poultry

INTRODUÇÃO

Dentre os gases, a amônia merece destaque, já que sua emissão pode influenciar negativamente tanto o ambiente criatório como as comunidades urbanas próximas a eles (MEDEIROS et al, 2008). O uso da cama de frango tem a finalidade de proporcionar conforto às aves, pois o frango expressa nela seu comportamento natural de esponjar-se e ciscar, permitindo a expressão de seu potencial genético, além de atenuar os impactos negativos impostos aos frangos na avicultura industrial, principalmente pela criação em alta densidade (ANGELO et al.,1997), evitando o contato direto da ave com o piso, servindo de substrato para absorção da água, incorporação de fezes, urina, penas, descamações da pele e restos de alimento caídos dos comedouros e contribuindo para a redução das lesões na carcaça das aves, que podem comprometer a qualidade do produto final e a viabilidade econômica da atividade (OLIVEIRA et al. 2004).

A densidade de criação é outro fator a ser considerado como de grande importância na produção de amônia. Esta prática tem resultado em aumento de produção, porém tem como principal empecilho às condições ambientais das instalações tradicionalmente usadas. Como consequência do aumento da densidade, cita-se a maior produção de subprodutos das

atividades metabólicas das aves, como calor, excretas, umidade da cama e amônia no ar (BAIÃO, 1996 citado por NÄÄS et al. 2007). Na literatura citam-se densidades populacionais que vão de 7,7 a 28 aves/m² e, apesar das aves submetidas a altas densidades populacionais apresentarem menores consumos de alimento e menores pesos, a produção de carne por área, de forma geral, é maior justificando a utilização deste manejo (CORREIA et al. 2008).

O gás amônia é incolor e irrita as mucosas não sendo percebido pelo olfato humano em níveis menores que 20ppm (LOTT, 2003 citado por MEDEIROS et al, 2008). Sua origem está na decomposição do ácido úrico presente nas excretas das aves e de acordo com o protocolo de boas práticas de criação elaborado pela União Brasileira de Avicultura níveis de 25 ppm são o máximo permitido sendo que níveis acima ocasionam perdas de peso médio de 90 g. por aves durante as sete semanas de alojamento (UBA, 2008). Concentração superior a 60 ppm predispõe a doenças respiratórias, prejudicando tanto a saúde das aves como de seres humanos, acarretando sintomas agudos e crônicos como tosse, irritação nos olhos, fadiga, entre outros (LOTT, 2003 citado por MEDEIROS et al, 2008). A piora da qualidade da cama é responsável pelo acréscimo

de produção de gases dentro do interior do aviário, de maneira que, tanto a concentração como o potencial de emissão, estão vinculados a itens como umidade e pH, que por sua vez são produtos do ambiente interno (NÄÄS, et al. 2007).

O pH da cama tem um papel importante na volatilização de amônia, onde a concentração de amônia aumenta com o aumento do pH (CARR, 1990). A liberação de amônia é menor quando o pH da cama está abaixo de 7,0, mas é substancial quando está acima de 8,0, sendo que a decomposição do ácido úrico é mais favorecida em condições de pH alcalino (TERZICH, 1997). Segundo FURLAN et al. (2006) a umidade excessiva da cama, frequentemente se relaciona a pouca espessura do substrato e ao derramamento de água, criando condições favoráveis para a produção de amônia e propiciando o crescimento de agentes patogênicos. Alguns valores de influência para o aumento na reação de degradação da amônia, devido a vários fatores como o aumento na temperatura, principalmente entre 25° e 30°C; pH maiores que 5,5 e teor de umidade da cama variando entre 40 e 60% são determinados por BAIÃO (1996) citado por NÄÄS et al. (2007). Para SANTOS (2005) o aumento de umidade leva a uma piora na qualidade da cama comprometendo a perda de calor das aves por meio da evaporação por via respiratória e favorece a decomposição microbiana do ácido úrico, ambos prejudiciais à produção avícola. Além do aspecto ambiental, a qualidade da cama interfere na incidência de problemas locomotores. LIMA & NÄÄS (2005) encontraram que aves criadas em

camas com maior teor de umidade apresentam patologias tibiais e lesões em maior número que aves criadas em semi confinamento.

Com a escassez de maravalha – um dos materiais de primeira escolha e que se constitui uma matéria-prima de larga utilização de preparação de cama de frangos de corte – houve a indução para a utilização de substratos alternativos que permitam obter a mesma eficiência técnica que da maravalha. Entre esses materiais incluem-se, atualmente, fenos de diversos capins, palhadas de várias culturas, polpa de *citrus* e outros materiais, também considerados adequados para cama de frangos (ANGELO et al., 1997; SORBARA et al., 2000). BARRIGA et al. (1970) verificaram que a casca de amendoim, sabugo de milho, palha de arroz e raspa de madeira são materiais de cama de aviários, diversos materiais alternativos de origem vegetal, tais como capim-napier seco (*Pennisetum pupureum*), capim-colonião (*Panicum maximum*), haste de mandioca, casca de café, *Brachiaria* sp e pó de serra têm sido também utilizados, ficando sua escolha na dependência da disponibilidade e custo (DIAS et al., 1987; AVILA et al, 1992; COTTA, 1997). Entretanto, para que tais materiais possam ser utilizados na criação de frangos de corte é necessário que apresentem características semelhantes ou superiores àqueles tradicionalmente utilizados como a maravalha.

Os estudos sobre utilização, manejo e produção de cama, com materiais alternativos, têm sido realizados por diversos pesquisadores (ARAÚJO et al. 2007). Autores como MOUCHREK et al.(1992), não observaram efeito

no desempenho das aves criadas sobre casca de arroz e cepilho de madeira, assim como, CONTE (1998), que avaliou com casca de arroz inteira e moída não observou efeito nos parâmetros produtivos. No entanto, foi verificado por ANISUZZAMAN & CHOWDHURY (1996) que aves criadas sobre a casca de arroz obtiveram melhor desempenho em relação às demais camas testadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Setor de Avicultura Experimental e no Laboratório de Zootecnia Aplicada da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados-MS. Foram utilizados 2.332 pintos de um dia, da linhagem Ross, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com densidade de 12 aves/m² e cinco repetições (boxes) por tratamento. Os tratamentos consistiram nos seguintes tipos de cama: T1 – bagaço de cana; T2 – maravalha; T3 – casca de arroz; T4 – capim napier (*Pennisetum purpureum*) triturado; T5 – bagaço de cana + casca de arroz; T6 – bagaço de cana + maravalha.

As rações, à base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com ROSTAGNO et al. (2000). As aves receberam ração inicial a partir do primeiro dia até 21 dias, ração de crescimento dos 22 aos 35 dias e ração final dos 36 aos 40 dias de idade.

Aos 21, 28, 35 e 40 dias de criação das aves, foram coletadas amostras das camas, para determinação dos teores de matéria

Nesse contexto, é constante a preocupação da utilização e identificação de materiais alternativos para serem usados como cama de frangos de corte, assim o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes substratos utilizados como cama de frango quanto à qualidade da mesma e o desempenho zootécnico das aves.

seca (MS), pH e volatilização de amônia, adotando-se como procedimento a coleta em três pontos dentro de cada boxe e evitando-se as áreas próximas e abaixo dos comedouros e bebedouros.

O pH foi determinado utilizando-se 10g de amostra diluída em água deionizada (1:2,5) por meio de agitação e conseqüente repouso por uma hora, procedendo-se então a leitura em pH-metro digital metodologia adaptada de OLIVEIRA et al (2004).

A matéria seca foi obtida pela diferença de peso da amostra antes e após a permanência em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C, por 72 horas (MEDEIROS et al. 2008).

Para determinar a amônia volatilizada a metodologia proposta por SAMPAIO et al. (1999) foi adaptada e constou de um recipiente plástico (garrafa plástica de 2 litros) com tampa, cortado ao meio, onde foi colocada 100g de amostra de cama, de acordo com a FIGURA 1.



FIGURA 1. Esquema do recipiente proposto para determinação de amônia volatilizada. Adaptado de OLIVEIRA et al. (2004).

Sobre a amostra foi colocado um coletor universal (50 mL) contendo 10 mL de ácido bórico 2%, cuja função foi captar a amônia volatilizada dentro do recipiente. Após a colocação da amostra e do frasco coletor, o recipiente plástico foi vedado com fita adesiva. A garrafa plástica possuía um orifício para colocação de uma mangueira de silicone de 15 cm de comprimento, com função de respiro. As amostras de cama foram mantidas dentro do recipiente por 24 horas em temperatura ambiente.

Posteriormente, o ácido bórico contendo indicadores (vermelho de metila e verde de

bromo cresol) foi titulado com ácido sulfúrico 0,05N e a quantidade de amônia volatilizada determinada utilizando-se a fórmula: $A = V \times 0,05 \times 17$, sendo $A =$ amônia volatilizada (mg/100g amostra), $V =$ volume de H_2SO_4 utilizado na titulação (ml), 0,05 = normalidade do H_2SO_4 e 17 = peso molecular da amônia.

A análise estatística foi realizada através da análise de variância com o auxílio do pacote estatístico SAEG (1995) e os resultados para pH, MS e amônia volatilizada foram submetidos ao teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação ($p > 0,05$) entre o sexo das aves e o tipo de substrato utilizado como cama de aviário, assim como entre as semanas de avaliadas. Desta

forma, os dados relativos à qualidade de cama (TABELA 1) e desempenho das aves (TABELA 2) são referentes às médias entre machos e fêmeas.

TABELA 1. Valores médios de matéria seca, pH, amônia volatilizada e temperatura de diferentes substratos para cama de aviário de frango de corte.

Tratamento	21 dias	28 dias	35 dias	40 dias
	MS (%)			
T1	55,36 ab	67,22	68,75 b	68,63
T2	68,36 a	72,07	78,58 a	77,01
T3	58,31 ab	67,58	76,76 a	71,42
T4	51,42 b	64,86	72,09 ab	67,21
T5	55,57 ab	67,02	74,72 ab	69,11
T6	62,75 ab	68,38	74,17 ab	72,94
CV (%)	15,49	8,82	7,03	11,43
	pH			
T1	7,30 b	8,15 ab	7,62	8,12
T2	7,51 ab	8,31 ab	7,76	7,98
T3	8,05 a	8,46 ab	8,15	8,29
T4	7,71 ab	8,81 a	8,14	8,38
T5	7,58 ab	8,16 ab	8,21	8,08
T6	7,48 ab	8,03 b	7,86	8,16
CV (%)	5,64	6,41	10,07	3,22
	Amônia volatilizada (mg/100g)			
T1	1,18	5,21 ab	5,62 b	6,31 b
T2	1,03	6,06 ab	5,48 ab	8,53 ab
T3	1,78	6,19 ab	9,37 ab	10,58 ab
T4	1,52	8,12 a	11,87 a	13,15 a
T5	1,75	5,01 b	7,55 ab	10,73 ab
T6	1,10	6,71 ab	6,96 ab	10,19 ab
CV (%)	77,17	34,87	57,18	40,97
	Temperatura (°C)			
T1	20,45 b	26,84	27,89 a	25,05
T2	20,40 b	26,42	25,48 ab	24,10
T3	19,55 b	26,48	27,72 a	24,58
T4	23,67 a	27,41	25,02 b	25,03
T5	20,09 b	26,76	27,70 a	24,85
T6	19,62 b	26,84	27,18 ab	24,55
CV (%)	8,85	4,72	9,00	3,28

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Os teores de matéria seca foram influenciados pelos tratamentos e alteraram-se durante as semanas ($p < 0,05$), aos 21 dias de criação das aves o tratamento contendo apenas maravalha diferiu do tratamento contendo capim Napier. Aos 35 dias de criação os substratos apresentaram resultados diferentes, sendo que a maravalha (T2) e a palha de arroz (T3) foram

aqueles que apresentaram maiores teores de MS, enquanto o bagaço de cana (T1) apresentou menores teores de MS. Aos 28 e 40 dias de criação esses teores não foram diferentes ($p > 0,05$) para os substratos. Com base nestes dados podemos inferir que aos 21 dias as diferenças verificadas podem ser associadas ao fato de que as aves estavam em pinteiro, de onde as

amostra de cama foram retiradas, desta maneira, a área de cama por

ave foi menor e conseqüentemente, a umidade da cama foi maior.

TABELA 2. Média de desempenho zootécnico de frangos de corte criados sobre diferentes tipos de cama de aviário.

Tratamentos	GPM	PMF	CA	Mort (%)	IP
T1	2,787	2,741	1,563	7,83	336
T2	2,704	2,659	1,599	6,67	316
T3	2,721	2,675	1,694	6,90	303
T4	2,771	2,725	1,699	6,63	307
T5	2,735	2,689	1,599	6,22	325
T6	2,716	2,670	1,621	7,19	312
CV (%)	10,39	10,55	8,85	71,93	15,03

GPM: Ganho de Peso Médio; PMF: Peso Médio Final; CA: Conversão Alimentar; Mort (%): Porcentagem de mortalidade; IP: Índice de Produtividade.

Aos 40 dias a quantidade de excreta das aves é a maior, o que impediu a verificação de diferença entre os tratamentos. Desta forma é possível predizer que a melhor data para avaliação da qualidade do substrato é aos 35 dias, quando os efeitos de manejo e densidade são menores. Os valores encontrados para temperatura de cama apresentaram comportamento semelhante àqueles encontrados para os teores de matéria seca. Os resultados médios de teores de matéria seca encontrados neste trabalho estão de acordo com aqueles mostrados por OLIVEIRA et. al. (2003) e OLIVEIRA et. al. (2004).

Dados de literatura demonstram que existe uma relação entre os valores de pH e a volatilização da amônia (CARR, 1990; TERZICH, 1997). Os valores de pH encontrados neste estudo apresentaram efeito dos tratamento apenas aos 21 e 28 dias de criação ($p < 0,05$), sendo que os tratamentos com o bagaço de cana (T1) e bagaço de cana + maravalha (T6) apresentaram os menores valores de pH, já os tratamentos com casca de arroz (T3) e capim Napier

triturado (T4) apresentaram pH mais alcalino.

A volatilização de amônia teve um aumento gradual conforme a idade das aves aumentou. Aos 21 dias de idade não houve diferença ($p > 0,05$) para os substratos utilizados como cama de aviário, as diferenças apareceram a partir de 28 dias de idade. Aos 28 dias de criação o capim Napier (T4) foi aquele com maior índice de volatilização de amônia, enquanto a mistura de bagaço de cana e maravalha (T5) foi aquela que proporcionou menor volatilização da amônia ($p < 0,05$). Estes resultados alteraram-se parcialmente aos 35 e 40 dias de criação, quando o capim Napier (T4) manteve-se com maior índice de volatilização de amônia, porém o tratamento que teve menor índice de volatilização de amônia foi o bagaço de cana (T1).

Apesar as alterações nos valores de pH e volatilização de amônia não tenham coincidido, é possível inferir que o aumento no pH do substratos tenha influenciado os níveis de volatilização de amônia, pois os tratamentos com casca de arroz (T3) e capim Napier triturado (T4) apresentaram pH mais alcalino e, também, foram aqueles

com maior volatilização de amônia. Segundo CARR (1990) e TERZICH (1997), o pH da cama tem um papel importante na volatilização de amônia, verificando-se que a concentração de amônia aumenta com o aumento do pH e que esta liberação de amônia é menor quando o pH está abaixo de 7,0, aumentando drasticamente quando está acima de 8,0.

Não houve influencia ($p>0,05$) das variáveis semanas de criação e sexo das aves para o

CONCLUSÕES

Observando os resultados encontrados para este estudo foi possível concluir que a maravalha pode ser substituída por substratos alternativos para cama de aviários, como o bagaço de cana, casca de

desempenho, sendo assim, estes resultados são apresentados apenas para o período final de produção. Independentemente da qualidade do substrato utilizado como cama de aviário, os resultados de desempenho não se apresentaram diferentes ($p>0,05$), conforme demonstrado na TABELA 2. Resultados semelhantes a estes foram encontrados por ARAÚJO et. al. (2007), NEME et. al. (2000) e DIAS et. al. (1987).

arroz e suas associações com a maravalha.

Não se recomenda a utilização de capim Napier (*Pennisetum purpureum*) triturado.

REFERÊNCIAS

- ANGELO, J. C.; GONZALES, E.; KONGO, N. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frango de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 26, n. 1, p. 121-130, 1997.
- ANISUZZAMAN, M; CHOWDHURY, S. D. Use of four types of litter for rearing broilers. British Poultry Science, v.37,n,3,p.541-545, Sept.1996.
- ARAÚJO J. S.; OLIVEIRA V.; BRAGA G. C. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. Ciência Animal Brasileira, v.8, n.1, p. 59-64, 2007.
- AVILA, M. A. C.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante. Brasília: EMBRAPA, 1992. 38p. (Circular Técnica, 16).
- BARRIGA, F. A.; ANDRADE, A. N.; LYRA, D. A. Comparação entre vários tipos de cama na criação de frangos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 7, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, p.122-124, 1970.
- CARR, L.E., WHEATON, F.W., DOUGLAS, L.W. Empirical models to determine ammonia concentrations from broiler chicken litter. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, v.33, n.4, p.1337-1342, 1990.
- COTTA, T. Produção de carne de frangos. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 198p.
- DIAS, P. G. O.; CURVELO, F. A.; MONTEIRO, J. M. L. Efeito de diferentes tipos de cama sobre o desempenho de frangos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 24, 1987,

- Brasília. Anais... Brasília: SBZ, 1987. p.367, 1987.
- FURLAN, R. L.; MALHEIROS, R. D.; MORAES, V. M. B.; MALHEIROS, E. B.; BRUNO, L. D. G.; SECATO, E. R.; MACARI, M. Efeito da densidade de alojamento e da temperatura ambiente sobre a temperatura corporal de frangos. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 2, n. 2, p. 62-62, 2000.
- LIMA, A.M.C.; NÄÄS, I. A. Evaluating two systems of poultry production: conventional and free-range. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.7, n.4, p. 215-220, 2005.
- MEDEIROS R; SANTOS B. J. M.; FREITAS M; SILVA, O. A.; ALVES F. F.; FERREIRA E. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. *Ciência Rural*, v. 38, n. 8, p. 2321-2326.
- MOUCHREK, E.; LINHARES, F.; STHELING, R. T. Identificação de materiais de "cama" para frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais. 1 – Resultados de época quente. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 29, 1992, Lavras. Anais... Lavras: SBZ, 1992a, p.343.
- NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTA, M. Y.; BARACHO, M. S.; MOURA, D. J.; SALGADO, D. D. Qualidade da cama de frango em aviário convencional e em tipo túnel. *BioEng*. 1(2): 103-115, mai/ago., 2007
- NEME, R.; SAKOMURA, N. K.; OLIVEIRA, M. D. S.; LONGO, F. A.; FIGUEIREDO, A. N. Adição de gesso agrícola em três tipos de cama de aviário na fixação de nitrogênio e no desempenho de frango de corte. *Ciência Rural*, v. 30, n.4, p.687-692. 2000
- OLIVEIRA, M. C.; ALMEDIA, C. V.; ANDRADE, D. O. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango não tratada e tratada com diferentes aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, p. 951-954, 2003.
- 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.*, v.56, n.4, p.536-541, 2004
- SAMPAIO, M. A. P. N.; 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 frangos tratada com gesso agrícola. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.51, p.559-564, 1999.
- SANTOS, T. M. B.; JUNIOR, J. L.; SAKOMURA, N. K. Efeitos de densidade populacional e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte e produção de cama. *Revista Portuguesa de Ciência Veterinária*, v. 100, n. 553-554, p. 45-52, 2005.
- SORBARA, J.; RIZZO, M. F.; LAURENTIZ, A. C.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; BERCHIELLI, T. T.; MORAES, V. M. B. Avaliação da polpa de citros peletizada como material para cama de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v. 2, n. 3, p. 273-280, 2000.
- SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS – SAEG. Viçosa: UFV, 1995. 59p.

TERZICH, M.A. Amônia dos galpões avícolas e o pH da cama. In: Conferência Afinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1997, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: Associação Brasileira dos Produtores de pintos de Corte, 1997. 304p. p.141-146.