

Efeito da linhagem, espaço na gaiola e nível de triptofano dietético no desempenho de poedeiras comerciais

Effect of genetic strain, cage space and dietetic tryptophan level on the laying hens performance

Otávio Antonio Rech¹; João Waine Pinheiro^{2*};
Nilva Aparecida Nicolao Fonseca²; Caio Abércio da Silva²; Alexandre Oba²

Resumo

Com o objetivo de avaliar os efeitos da linhagem, do espaço na gaiola e do nível dietético de triptofano sobre o desempenho produtivo de poedeiras comerciais leves foi conduzido um experimento com 720 galinhas de duas linhagens, 360 da linhagem A e 360 da linhagem B, das 31 à 47ª semana de idade. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 2x3x4 (linhagens comerciais, A e B, espaço na gaiola, 563, 450 e 375 cm²/ave e nível dietético de triptofano, 0,175; 0,195; 0,392 e 0,591%), resultando em 24 tratamentos experimentais, com três repetições cada, totalizando 72 unidades experimentais. O número de poedeiras em cada gaiola variou com a área do piso. Os resultados obtidos permitem concluir que existem diferenças entre as linhagens comerciais testadas para as características produção de ovos, massa de ovos e mortalidade. A redução do espaço na gaiola de 563 para 375 cm²/ave diminuiu o peso médio de ovos e aumentou a mortalidade, independente da linhagem. Os níveis dietéticos de triptofano não foram eficientes no controle dos efeitos negativos da criação de poedeiras em espaços reduzidos.

Palavras-chave: Aminoácido, densidade, estresse, mortalidade, produção de ovos

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of lineage, battery cage space allowance and tryptophan level in diet on commercial laying hens performance. A total of 720 hens from two different lineages and 31-47 weeks of age were used in a 2x3x4 factorial experimental design (lineages A and B; space allowances of 563, 450 and 375 cm²/animal and tryptophan levels of 0,175%; 0,195%; 0,392% e 0,591%), with twenty-four treatments and three replications each. The different space allowances were obtained according with the number of laying hens in the cage. The results showed effects of lineage on egg production, egg weight and animal mortality. When space allowance was reduced from 563 to 375 cm²/laying hen, the egg weight decreased and animal mortality increased independent of hens' lineage. In conclusion, the diets containing different levels of tryptophan were not efficient to control negative effects of overcrowding on laying hens performance.

Key words: Amino acid, density, egg production, mortality, stress

¹ Aluno de Pós-graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, CCA- UEL, Londrina-PR. E-mail: otavio.rech@terra.com.br

² Profs. Drs. Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina – CCA-UEL- Cx. Postal 6001, CEP: 86051-990, Londrina-PR. E-mail: jwaine@uel.br; nilva@uel.br; casilva@uel.br; oba@uel.br

* Autor para correspondência

Introdução

As granjas de postura buscam máxima eficiência alojando mais poedeiras nas gaiolas, utilizando as instalações com mais economicidade. A redução do espaço na gaiola diminui a produção e o peso dos ovos, o consumo de ração, piora a eficiência e a conversão alimentar, aumenta a mortalidade e não melhora as margens de lucro da atividade (SANDOVAL; MILES; JACOBS,1991; CAREY; KUO; ANDERSON,1995; SOHAIL et al., 2001), além de favorecer o desencadeamento de alterações hormonais e comportamentais nas galinhas. Mashaly et al. (1984) verificaram alta concentração de corticosteróide no soro sanguíneo de aves alojadas em alta densidade (310 cm²/ave), o que relacionaram com a resposta fisiológica ao estresse. Neste sentido, Van Hierden et al. (2002) citaram que a condição de alta densidade de alojamento das galinhas leva ao aumento da agressividade e do canibalismo.

A modulação do estado comportamental representa um importante recurso para minimizar estas situações de estresse, sendo o triptofano um elemento precursor da síntese de neurotransmissores, via produção de serotonina (SHEA; MENCH; THOMAS, 1990). De acordo com Chaouloff, Berton e Mormède (1999) as pesquisas realizadas para esclarecer o envolvimento da serotonina no mecanismo do estresse permitiram traçar a hipótese de que os componentes do sistema serotoninérgico central são sensíveis aos estímulos estressores, e que provavelmente a serotonina seja importante componente que proporciona adaptação ao estresse. Segundo Laycock e Ball (1990) houve redução no comportamento de histeria em matrizes leves oito dias após ingerirem ração suplementada com cinco gramas de triptofano por quilograma. Shea, Mench e Thomas (1990) trabalhando com galos em jejum, e Savory, Man e Macleod (1999) com galinhas garnisés, verificaram redução da bicagem com a adição de níveis crescentes de triptofano na dieta. Níveis elevados de serotonina no cérebro de aves

com menor propensão à bicagem e mais eficientes no acesso e utilização de comedouros e bebedouros, foi obtida por Van Hierden et al. (2002).

Para ótimo desempenho recomenda-se 0,16% de triptofano nas rações das poedeiras leghornes brancas, para um consumo de 100g de ração por dia (NRC, 1994). O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da linhagem, do espaço na gaiola e do nível dietético de triptofano sobre o desempenho produtivo de poedeiras comerciais leves.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no aviário experimental da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina – UEL – Londrina, PR, com 16 semanas de duração, divididas em quatro períodos de 28 dias cada.

Foram utilizadas 720 poedeiras leves de 31 a 47 semanas de idade, oriundas de duas linhagens comerciais disponibilizadas no mercado, 360 aves da linhagem denominada A e 360 da denominada B, alojadas em 72 gaiolas de arame que mediam 100 cm de comprimento, divididas ao meio, x 45 cm profundidade x 40 cm de altura, dispostas lateralmente a um corredor central de 1,5 metros de largura, em duas filas de dois andares. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3x4 (linhagem comercial, área no piso da gaiola e nível de triptofano na ração), resultando em 24 tratamentos experimentais, com três repetições cada. As três áreas no piso da gaiola foram de 563, 450 e 375 cm²/ave. As aves de cada linhagem genética, em cada área de piso, foram alimentadas com rações contendo quatro diferentes concentrações de triptofano (0,175; 0,195; 0,392 e 0,591%), correspondendo, respectivamente, a 9; 22; 145 e 269% a mais da recomendação nutricional do NRC (1994), considerando um consumo de 100 gramas/ave/dia. Na suplementação do triptofano foi utilizado L-triptofano HCl 98% em substituição ao caulim.

À exceção dos níveis de triptofano, as rações eram isonutritivas. As composições percentuais, formuladas para um consumo de 100 g/ave/dia, assim como os valores calculados dos respectivos níveis nutricionais encontram-se na Tabela 1. A composição dos ingredientes foi estabelecida conforme Rostagno et al. (2005).

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais.

Ingredientes	Nível de Triptofano (%)			
	0,175	0,195	0,392	0,591
Milho	64,550	64,550	64,550	64,550
Farelo de Soja	21,234	21,234	21,234	21,234
Calcário calcítico	9,605	9,605	9,605	9,605
Fosfato bicálcico	1,676	1,676	1,676	1,676
Óleo de soja	1,185	1,185	1,185	1,185
Sal	0,309	0,309	0,309	0,309
Suplemento vitamínico + mineral*	0,300	0,300	0,300	0,300
Inerte**	1,000	0,980	0,778	0,575
L- lisina HCl 79%	0,075	0,075	0,075	0,075
DL- metionina 99%	0,067	0,067	0,067	0,067
L-triptofano HCl 98%	0,000	0,020	0,222	0,425
Valores Calculados	100	100	100	100
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2,800	2,800	2,800	2,800
Proteína bruta (%)	15,32	15,32	15,32	15,32
Cálcio (%)	4,20	4,20	4,20	4,20
Sódio (%)	0,16	0,16	0,16	0,16
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40
Lisina (%)	0,80	0,80	0,80	0,80
Metionina (%)	0,40	0,40	0,40	0,40
Metionina + cistina (%)	0,68	0,68	0,68	0,68
Triptofano (%)	0,175	0,195	0,392	0,591

Suprave/Nutris – Composição por quilo do produto: vit. A – 3.000.00 U I, vit. D3 – 833.500 UI, vit. E – 2.666 mg, vit. K3 – 666 mg, vit. B1 – 333 mg, vit. B2 – 1.333 mg, vit. B6 – 333 mg, ácido fólico – 102 mg, niacina – 5.000 mg, biotina – 6 mg, ac. pantotênico – 2.560 mg, colina – 66.660 mg, vit. B12 – 3.330 mg, ferro – 10.030 mg, cobre – 2.660 mg, manganês – 18.330 mg, cobalto – 66 mg, zinco – 16.675 mg, iodo – 333 mg, selênio – 100 mg, antioxidante – 33.680 mg, metionina – 300.000 mg, promotor de crescimento – 11.000 mg, veículo q.s.p. – 1.000 g.

**A porção inerte se constituiu de caulim.

As variáveis estudadas foram consumo de ração (CR), produção de ovos (PR), peso de ovo (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar (CA) e mortalidade (MOR).

As poedeiras tiveram livre acesso à água e ração, e ao final de cada período experimental foi calculado o consumo de ração em cada gaiola pela diferença entre a quantidade fornecida e a sobra, dividida pela média ponderada de aves na gaiola, sendo expresso em gramas de ração por ave (g/ave/dia).

A produção de ovos foi registrada diariamente e determinada através da divisão do total de ovos produzidos pela média ponderada de aves na gaiola, expresso em ovos/ave.

O peso médio de ovos, expresso em gramas por ovo (g/ovo), correspondeu ao valor médio de ovos produzidos nos dois últimos dias de cada período experimental.

A massa de ovos, expressa em quilos de ovos por ave (kg/ave), representou o produto do número de ovos produzidos pelo peso médio de ovos, em cada unidade experimental.

A conversão alimentar foi expressa em quilos de ração por quilo de massa de ovos produzida (kg/kg).

A mortalidade, expressa em porcentagem, foi registrada diariamente e calculada com base no número de aves mortas em relação ao número de aves vivas no início de cada período experimental.

Os dados obtidos foram analisados através do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), desenvolvido pela UFV (1997). Foram feitas análises de variância considerando interações entre os fatores estudados e análise de regressão.

Resultados e Discussão

As médias observadas para cada característica analisada e os respectivos resumos das análises de variância encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Médias e resumo das análises de variância para as características consumo de ração (CR), produção de ovos (PR), peso médio de ovo (PO), massa de ovos (MO), conversão Alimentar (CA) e mortalidade (MOR).

Característica						
Efeitos	CR (g/ave/dia)	PR (ovos/ave)	PO (g/ovo)	MO (kg/ave)	CA (kg/kg)	MOR (%)
Linhagem						
A	96,82	97,10 ^b	59,68	5,79 ^b	1,87	1,94 ^b
B	97,73	100,22 ^a	60,13	6,03 ^a	1,82	21,94 ^a
Espaço (cm ²)						
375	93,81	98,65	59,26	5,85	1,80	13,54
450	99,49	99,71	60,08	5,99	1,86	12,92
563	98,53	97,60	60,39	5,89	1,87	9,37
Triptofano (%)						
0,175	97,93	99,46	59,38	5,91	1,86	14,64
0,195	96,70	99,10	59,93	5,94	1,83	11,34
0,392	98,02	99,37	60,20	5,98	1,84	11,15
0,591	96,46	96,69	60,13	5,81	1,86	10,60
Média geral	97,27	98,66	59,91	5,91	1,85	11,95
ANOVA						
FV						
Linhagem	NS	**	NS	**	NS	**
Espaço						
Linear	NS	NS	**	NS	*	*
Quadrático	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Triptofano						
Linear	NS	*	NS	NS	NS	NS
Quadrático	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interações						
L X E	NS	NS	NS	NS	*	NS
L X T	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E X T	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	5,86	3,90	2,23	4,51	6,27	26,58

Diferenças entre linhas significativas foram testadas pelo Teste F. ** (P < 0,01); * (P < 0,05); NS = Não Significativo.

Houve semelhança entre as linhagens genéticas ($P > 0,05$) para o consumo de ração, peso médio de ovos e conversão alimentar. No entanto, a produção de ovos, a massa de ovos e a mortalidade tiveram maiores médias ($P < 0,01$) para a linhagem B.

Os efeitos diferenciados das linhagens testadas para a produção de ovos estão de acordo com os resultados observados por North e Bell (1990), que descreveram sobre a diversidade desta característica entre linhagens de poedeiras criadas em uma mesma condição ambiental, atribuindo o fato à variabilidade genética entre elas.

Observa-se que a maior massa de ovos da linhagem B é reflexo da sua maior produção de ovos e não do peso dos mesmos.

A maior porcentagem de mortalidade da linhagem B também demonstra que esta característica está sob influência da genética. As linhagens utilizadas neste experimento apresentaram comportamentos diferenciados na agressividade expressa por bicagem e canibalismo (dados não publicados), sendo que a linhagem B apresentou este comportamento de maneira mais acentuada que a linhagem A.

Cheng et al. (2001) comentaram que os genes determinam as funções do sistema neuroendócrino em poedeiras, controlando suas estratégias de adaptação e produtividade, e que os efeitos da seleção genética para o comportamento de adaptação implicam em alterações secretoras no sentido de controlar a síntese de componentes endógenos psicotrópicos, tais como a serotonina, catecolaminas (dopamina, epinefrina e norepinefrina) e corticosterona. Van Hierden et al. (2002) observaram que as aves que apresentavam menor propensão a bicagem se caracterizavam por buscarem mais o comedouro e o bebedouro, e tinham níveis mais elevados de serotonina no cérebro.

O espaço na gaiola não afetou ($P > 0,05$) o consumo de ração, a produção e a massa de ovos, mas influenciou significativamente o peso médio dos ovos ($P < 0,01$) e a porcentagem de mortalidade das aves ($P < 0,05$). Não foram observados

efeitos isolados dos fatores independentes sobre a conversão alimentar, contudo houve efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação espaço na gaiola x linhagem genética.

O peso médio de ovos (Y) aumentou de forma linear na medida em que se aumentou a área de criação das poedeiras nas gaiolas (X), o que foi expresso pela equação $Y = 57,21 + 0,0058X$, $R^2 = 0,87$. Este resultado está em consonância com os obtidos por Hashemi e Pourreza (1998) que evidenciaram redução do tamanho de ovos em poedeiras que tiveram redução na área de piso das gaiolas, o que atribuíram ao menor consumo de ração devido a maior competição pelo espaço no comedouro. No entanto, outros pesquisadores mostraram resultados diferenciados entre o espaço na gaiola e o peso de ovos. Lee e Moss (1995) avaliando áreas entre 387 e 1549 cm²/poedeira e Jalal, Scheideler e Marx (2006), entre 342 e 516 cm²/ave, não detectaram diferenças entre o peso de ovos; Roush, Mashaly e Graves (1984), todavia, observaram tendência de aumento do peso de ovos à medida em que a área de gaiola era reduzida de 516 para 310 cm²/galinha. Havenstein et al. (1989), com espaços variando de 309 a 413 cm²/ave e Pavan et al. (2005) testando 562, 450 e 375 cm²/poedeira, áreas semelhantes às utilizadas neste experimento, observaram redução no peso de ovos para os maiores espaços de criação.

Houve redução linear na mortalidade das poedeiras (Y) com o aumento da área na gaiola (X) ($P < 0,05$), expresso pela equação $Y = 22,55 - 0,023X$, $R^2 = 0,93$, o que evidencia os efeitos deletérios dos menores espaços de criação sobre esta característica. Poedeiras criadas em áreas muito reduzidas apresentam aumento do canibalismo e da agressividade, bem como exaustão do organismo devido à constante ativação dos mecanismos de defesa. Sandoval, Miles e Jacobs (1991) também observaram aumento na mortalidade das poedeiras com a redução da área de alojamento. Davami et al. (1987) relacionaram o aumento da mortalidade das poedeiras ao estresse causado pela redução no espaço

dos comedouros. Connor e Burton (1975) afirmaram que a densidade de alojamento tem pouca influencia na mortalidade quando o canibalismo entre as aves está controlado. Pavan et al. (2005) não encontraram aumento na mortalidade de poedeiras semi pesadas quando a área de alojamento reduziu de 562 para 375 cm²/ave, e comentaram que as pesquisas atuais de melhoramento genético buscam selecionar aves capazes de se adaptar a espaços mais reduzidos de criação.

O desdobramento da interação espaço na gaiola x linhagem genética para a conversão alimentar encontra-se na tabela 3.

Somente na área de piso de 563 cm²/ave as médias foram semelhantes para as duas linhagens testadas. Nas demais áreas (375 e 450 cm²) a linhagem B apresentou melhores resultados ($P < 0,05$), sugerindo ser mais eficiente, para esta característica, nos menores espaços de criação.

Tabela 3. Médias de conversão alimentar (CA) para interação espaço na gaiola x linhagem genética¹

Linhagem	Espaço na gaiola (cm ²)		
	375	450	563
	CA		
A	1,81Ba	1,94Aa	1,87Ba
B	1,79Bb	1,78Bb	1,88Aa

1. Médias seguidas por letras diferentes, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Cheng et al. (2001) sugeriram que as diferenças de produtividade observadas entre as linhagens de poedeiras estariam relacionadas com a secreção de corticosteróide, e que a seleção genética altera a homeostasia neuroendócrina, influenciando a habilidade das aves interagirem com o meio ambiente, apresentando melhor ou pior produtividade.

Quando se avaliou os efeitos da área de piso dentro de cada linhagem, observou-se que houve respostas quadráticas, com maior valor de CA ($P < 0,05$) para 450 cm²/ave na linhagem A, enquanto que para a linhagem B o maior valor ($P < 0,05$) foi observado para 563 cm²/ave.

Esses resultados contrariam os obtidos por Lee e Moss (1995), que obtiveram piora na conversão alimentar das poedeiras com a diminuição da área do piso nas gaiolas. Mashaly et al. (1984) ao testarem três espaços na gaiola (516; 387 e 310 cm²/ave) observaram que as poedeiras alojadas na menor área além de apresentarem pior desempenho produtivo, tinham também comportamento mais agressivo e alteração na secreção de corticosteróide sérico.

Por sua vez Okpokho, Craig e Miliken (1987) não encontraram efeito da área na gaiola (348; 464 e 580 cm²/ave) e do tamanho da população (4 e 8 aves por gaiola) sobre a conversão alimentar de poedeiras, o que foi corroborado por Brake e Peebles (1992).

O consumo de ração, o peso e a massa dos ovos, a conversão alimentar e a mortalidade das poedeiras não foram afetados ($P > 0,05$) pelos níveis de triptofano nas rações. No entanto, observou-se redução ($P < 0,05$) da produção de ovos (Y) para os níveis crescentes do aminoácido (X), expresso pela equação $Y = 100,59 - 5,73X$, $R^2 = 0,72$. Sabe-se que a eficiência da utilização da proteína depende do equilíbrio e da disponibilidade dos aminoácidos que a compõe. No presente trabalho a suplementação das rações com triptofano pode ter interferido no balanço dos aminoácidos e, por conseguinte, afetado negativamente a produção de ovos.

Usami et al. (1992) observaram redução entre 16 e 22% na produção de ovos quando suplementaram rações de poedeiras com 5 ou 10 g de triptofano/kg. Russel e Harms (1999) citaram que para adequada

produção de ovos as poedeiras devem ingerir 136 mg de triptofano/dia, enquanto o NRC (1994) tem recomendado no mínimo 160 mg para um consumo de 100g de ração/ave/dia. No presente trabalho observou-se redução na produção de ovos quando as poedeiras consumiram ração contendo mais de 0,175% de triptofano, o que demonstra a existência de um nível ótimo deste aminoácido na dieta, acima do qual as galinhas apresentam intolerância.

Conforme Shea, Mench e Thomas (1990), o triptofano além de ser importante aminoácido na alimentação das aves, pode também modular o seu estado comportamental, via produção de serotonina, reduzindo a agressividade e a bicagem, que se constitui na principal causa de mortalidade das poedeiras criadas na gaiola. Neste experimento os níveis de triptofano dietético não interferiram significativamente na mortalidade das aves, porém observou-se redução dos valores absolutos das médias desta variável para os níveis mais elevados deste aminoácido na ração.

Conclusões

Preservadas as influências das linhagens sobre o desempenho produtivo e a mortalidade, as maiores áreas nas gaiolas foram melhores para incrementar o peso médio de ovos e reduzir a mortalidade.

O aumento na concentração de triptofano dietético não foi eficiente em amenizar os efeitos negativos advindos da redução da área de criação das poedeiras em gaiolas.

Referencias

BRAKE, J. D.; PEEBLES, E. D. Laying hen performance as affected by diet and caging density. *Poultry Science*, Champaign, v. 71, n. 6, p. 945-950, 1992.

CAREY, J. B.; KUO, F. L.; ANDERSON, K. E. Effects of cage population on the productive performance of layers. *Poultry Science*, Champaign, v. 74, n. 4, p. 633-637, 1995.

CHAOULOFF, F.; BERTON, O.; MORMÈDE, P. Serotonin stress. *Neuropsychopharmacology*, London, v. 21, p. 28-32, 1999. Suplemento 2.

CHENG, H. W.; DILLWORTH, G.; SINGLETON, P.; CHEN, Y.; MIUTH, W. M. Effects of group selection for productivity and longevity on blood concentrations of serotonin, catecholamines, and corticosterone of laying hens. *Poultry Science*, Champaign, v. 80, n. 9, p. 1278-1285, 2001.

CONNOR, J. K.; BURTON, H. W. Effects of cage population and stocking density on the performance of layers in Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, Melbourne, v. 15, n. 76, p. 619-625, 1975.

DAVAMI, A.; WINELAND, M. J.; JONES, W. T.; ILARDI, R. L.; PETERSON, R. A. Effects of population size, floor space, and feeder space upon productive performance, external appearance, and plasma corticosterone concentration of laying hens. *Poultry Science*, Champaign, v. 66, n. 2, p. 251-257, 1987.

HASHEMI, S. M.; POURREZA, J. Effects of different levels of ascorbic acid and cage density on egg shell quality and performance of laying hens. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, Isfahan, v. 2, n. 3, p. 81-90, 1998.

HAVENSTEIN, G. B.; TOELLE, V. D.; TOWNER, R. H.; EMSLEY, A. Effects of genetic strain, slow versus rapid feathering maternal genotype, and cage density on the performance of single comb white leghorns. *Poultry Science*, Champaign, v. 68, n. 5, p. 596-607, 1989.

JALAL, M. A.; SCHEIDELER, S. E.; MARX, D. Effect of bird cage space and dietary metabolizable energy level on production parameters in laying hens. *Poultry Science*, Champaign, v. 85, n. 2, p. 306-311, 2006.

LAYCOCK, S. R.; BALL, R. O. Alleviation of hysteria in laying hens with dietary tryptophan. *Canadian Journal of Veterinary Research*, Ottawa, v. 54, n. 2, p. 291-295, 1990.

LEE, K.; MOSS, C. W. Effects of population density on layer performance. *Poultry Science*, Champaign, v. 74, n. 11, p. 1754-1760, 1995.

MASHALY, M. M.; WEBB, M. L.; YOUTZ, S. L.; ROUSH, W. B.; GRAVES, H. B. Changes in serum corticosterone concentration of laying hens as a response to increased population density. *Poultry Science*, Champaign, v. 63, n. 11, p. 2271-2274, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient requirements of poultry*. 9th ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 1994.

- NORTH, M. O.; BELL, D. D. *Commercial chicken production manual*. 4th ed. New York: Chapman & Hall, 1990. 913 p.
- OKPOKHO, N. A.; CRAIG, J. V.; MILLIKEN, G. A. Density and group size effects on caged hens of two genetic stocks differing in scape and avoidance behavior. *Poultry Science*, Champaign, v. 66, n. 12, p. 1905-1910, 1987.
- PAVAN, A. C.; GARCIA, E. A.; MÓRI, C.; PIZZOLANTE, C. C.; PICCININ, C. Efeito da densidade na gaiola sobre o desempenho de poedeiras comerciais nas fases de cria, de recria e de produção. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1320-1328, 2005.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- ROUSH, W. B.; MASHALY, M. M.; GRAVES, H. B. Effect of increased bird population in a fixed cage area on production and economic responses of single comb white leghorn laying hens. *Poultry Science*, Champaign, v. 63, n. 1, p. 45-48, 1984.
- RUSSEL, G. B.; HARMS, R. H. Tryptophan requirement of the commercial hen. *Poultry Science*, Champaign, v. 78, n. 9, p. 1283-1285, 1999.
- SANDOVAL, M.; MILES, R. D.; JACOBS, R. D. Cage space and house temperature gradient effects on performance of white leghorn hens. *Poultry Science*, Champaign, v. 70, p. 103, 1991. Suplemento 1.
- SAVORY, C. J.; MAN, J. S.; MACLEOD, M. G. Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentration and dietary protein source. *British Poultry Science*, London, v. 40, n. 3, p. 579-584, 1999.
- SHEA, M. M.; MENCH, J. A.; THOMAS, O. P. The effect of dietary tryptophan on aggressive behavior in developing an mature broiler breeder males. *Poultry Science*, Champaign, v. 69, n. 4, p. 1664-1669, 1990.
- SOHAIL, S. S.; BRYANT, M. M.; RAO, S. K.; ROLAND, D. A. Influence of cage density and prior dietary phosphorus level on phosphorus requirement of commercial leghorns. *Poultry Science*, Champaign, v. 80, n. 6, p.769-775, 2001.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. *SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas: Versão 7.1*. Viçosa, MG. 1997. 150p. (Manual do usuário).
- USAMI, M.; AOKI, J.; SONOHARA, H.; NAKAMURA, T.; TANABE, Y. Effect of tryptophan supplement on egg production and serum hormone concentrations in the laying hen. *Japanese Poultry Science*, Gifu, v. 29, n. 2, p. 127-136, 1992.
- Van HIERDEN, Y. M.; KORTE, S. M.; RUESINK, E. W.; Van REENEN, C. G.; ENGEL, B.; KORTEBOUWS, G. A.; KOOLHAAS, J. M.; BLOKHUIS, H. J. Adrenocortical reactivity and central serotonin and dopamine turnover in young chicks from a high and low feather-pecking line of laying hens. *Physiology & Behavior*, Lelystad, v. 75, n. 5, p. 653-659, 2002.