

# ÁCIDO ASCÓRBICO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS CRIADAS EM AMBIENTE TROPICAL SOBRE CONSUMO DE NUTRIENTES, DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS<sup>1</sup>

L. J. V. GERON<sup>2\*</sup>, C. DA CRUZ<sup>2</sup>, K. PÉLICIA<sup>2</sup>, O. M. DE SOUZA<sup>2</sup>, M. S. OLIVEIRA<sup>2</sup>, E. L. SOUSA NETO<sup>2</sup>, G. D. JUFFO<sup>2</sup>, L. C. DINIZ<sup>2</sup>, J. T. H. CARVALHO<sup>2</sup>, A. P. SILVA<sup>3</sup>, K. S. M. COELHO<sup>2</sup>, L. S. ROBERTO<sup>2</sup>, T. B. PIRES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 15/04/2016. Aceito para publicação em 14/10/2016.

<sup>2</sup>Universidade do Estado de Mato Grosso, Pontes e Lacerda, MT, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, Brasil.

\*Autor correspondente: ljgeron@yahoo.com.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar a adição de 0%; 0,01%; 0,02% e 0,03% de ácido ascórbico na alimentação de codornas japonesas em postura na região tropical sobre o consumo, desempenho produtivo e a qualidade de ovos. Foram utilizadas 80 codornas japonesas, distribuídas em quatro níveis de adição de ácido ascórbico. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e os dados das variáveis estudadas foram submetidos a análise de variância e as diferenças observadas foram analisadas por meio de regressão a 5% de significância. A adição de 0%; 0,01%; 0,02% e 0,03% de ácido ascórbico na alimentação de codornas não influenciou o consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO) e proteína bruta (CPB), expressos em g/animal/dia; g/kg<sup>0,75</sup> e % do peso corporal. Os valores médios do CMS, CMO e CPB foram de 46,53; 44,00 e 11,00 g/animal/dia, respectivamente. Porém, houve efeito quadrático no consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) das aves, e o CFDN máximo foi de 9,19 g/animal/dia obtido para o nível de adição de 0,01% de ácido ascórbico na ração de codornas japonesas em postura. A adição do ácido ascórbico na alimentação de codornas em postura não alterou ( $P>0,05$ ) a produção de ovos e a produtividade, com valores médios observados para a produção de ovos foi de 3,06 ovos/gaiola/dia e 0,77 ovos/animal/dia, e produtividade média foi de 76,50%. A adição de 0%; 0,01%; 0,02% e 0,03% de ácido ascórbico na alimentação de codornas em postura não alterou o peso dos ovos, das gemas e albúmens, e o diâmetro dos ovos e das gemas. Contudo, a adição de ácido ascórbico na alimentação das codornas propiciou efeito quadrático ( $P<0,05$ ) para a altura dos ovos e peso da casca dos ovos. Os menores valores da altura e peso da casca dos ovos foram de 2,99 mm e 1,25 g, respectivamente, para os níveis de adição de 0,017% e 0,023% de ácido ascórbico nas rações de codornas. Entretanto, para espessura da casca e altura da gema dos ovos apresentaram um efeito quadrático ( $P<0,05$ ) com a adição do ácido ascórbico, com ponto de máximo de 0,031 mm e 1,42 mm, respectivamente para os níveis de adição de 0,024% e 0,017% de ácido ascórbico nas rações. A adição de até 0,03% de ácido ascórbico na alimentação de codornas em postura na região tropical, não altera o consumo dos nutrientes, a produção e produtividade dos ovos. Porém, a espessura da casca e altura da gema dos ovos apresenta melhor valor com a adição de 0,02% de ácido ascórbico na ração.

Palavras-chave: casca, conversão alimentar, gema, produção de ovos, vitamina hidrossolúvel.

## *EFFECT OF DIETARY ASCORBIC ACID SUPPLEMENTATION IN JAPANESE QUAIL RAISED IN A TROPICAL ENVIRONMENT ON NUTRIENT INTAKE, PRODUCTIVE PERFORMANCE AND EGG QUALITY*

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of adding 0, 0.01, 0.02 and 0.03% ascorbic acid to the diet of laying Japanese quail raised in the tropics on nutrient intake, productive performance and egg quality. Eighty Japanese quail were divided to receive four

inclusion levels of ascorbic acid. A completely randomized design was used and the results were submitted to analysis of variance. The differences observed were analyzed by regression at a 5% level of significance. The addition of 0, 0.01, 0.02% and 0.03% ascorbic acid to the diet of quail did not influence dry matter intake (DMI), organic matter intake (OMI) or crude protein intake (CPI), expressed as g/animal/day, g/kg<sup>0.75</sup> and % body weight. Mean DMI, OMI and CPI were 46.53, 44.0 and 11.0 g/animal/day, respectively. However, there was a quadratic effect on neutral detergent fiber intake (NDFI). Maximum NDFI was 9.19 g/animal/day for the inclusion level of 0.01% ascorbic acid in the diet of laying Japanese quail. The addition of ascorbic acid to the diet of laying quail did not alter ( $P>0.05$ ) egg production or productivity, with a mean egg production of 3.06 eggs/cage/day and 0.77 eggs/animal/day and mean productivity of 76.5%. The addition of 0, 0.01, 0.02 and 0.03% ascorbic acid also did not alter egg weight, yolk and albumen weight, or egg and yolk diameter. However, the addition of ascorbic acid to the quail diet exerted a quadratic effect ( $P<0.05$ ) on egg height and shell weight. The lowest egg height and shell weight were 2.99 mm and 1.25 g, respectively, for inclusion levels of 0.017% and 0.023% ascorbic acid in the quail diets. For shell thickness and yolk height, the addition of ascorbic acid exerted a quadratic effect ( $P<0.05$ ), with maximum values of 0.031 mm and 1.42 mm, respectively, for 0.024% and 0.017% ascorbic acid in the diets. The addition of up to 0.03% ascorbic acid to the diet of laying quail raised in the tropics does not alter nutrient intake, egg production or productivity. However, better shell thickness and yolk height are obtained with the addition of 0.02% ascorbic acid to the diet.

Keyword: shell, feed conversion, egg yolk, egg production, water-soluble vitamin.

## INTRODUÇÃO

A coturnicultura nos últimos anos tem apresentado um desenvolvimento bastante favorável, com adequação as novas técnicas de produção, passando de atividade utilizada para subsistência, para uma atividade altamente tecnificada com resultados promissores aos investidores (PASTORE *et al.*, 2012). Devido ao grande desenvolvimento da criação de codornas japonesas no mercado agropecuário brasileiro, os pesquisadores despertaram grande interesse no sentido de desenvolver trabalhos que possam contribuir para um maior aprimoramento e fixação desta exploração como fonte renda na produção avícola (GERON *et al.*, 2014 e RORIZ, 2014).

De acordo com TINÓCO (2001), um ambiente pode ser considerado confortável para aves adultas quando apresenta temperaturas de 15 a 25°C e umidade relativa do ar de 50 a 70%. Contudo, dificilmente estes valores serão encontrados em condições comerciais de produção, principalmente em regiões tropicais. Ao avaliarem os limites da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade, SOUSA *et al.* (2014), observaram que o conforto térmico preconizado foi de 25,6°C e concluíram que codornas mantidas acima desta zona de conforto apresentam redução no desempenho produtivo devido ao estresse térmico.

A utilização de ácido ascórbico (vitamina C) na água de beber ou na dieta das aves é sugerida com boas perspectivas de atenuação dos efeitos deletérios do estresse por calor sobre o desempenho zootécnico (STILBORN *et al.*, 1988). De acordo com revisão apresentada por TEIXEIRA (2011), o ácido ascórbico pode atuar como cofator enzimático em algumas reações basais no organismo animal. Tem grande importância para a biossíntese do colágeno, síntese e metabolismo de neurotransmissores, atua na manutenção do epitélio da mucosa e da parede dos vasos, está envolvida também na formação dos glóbulos vermelhos do sangue e do controle dos níveis de corticosteroides circulantes.

A suplementação com ácido ascórbico sobre condições de estresse térmico reduz os níveis de glicocorticoides, o que resulta em menor degradação de tecidos dos animais permitindo assim um maior desempenho produtivo de aves em geral (STILBORN *et al.*, 1988). Estudo realizado por VATHANA *et al.* (2002) demonstrou diferenças no desempenho de frangos em fase de engorda com 42 dias de idade submetidos a estresse por calor cíclico, com uma suplementação com ácido ascórbico em água de bebida.

A avaliação dos efeitos da adição de ácido ascórbico em rações sobre o desempenho das aves em ambientes de altas temperaturas foi conduzido por NJOKU (1986), o qual observou melhora no ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte, adicionando 200 mg de vitamina C/kg

de ração. Da mesma forma, KUTLU e FORBES (1993), observaram que frangos de corte sobre estresse térmico (36°C), reduziram a taxa de crescimento, o consumo de ração e piorou a conversão alimentar, porém, quando foi suplementada com 250 mg de ácido ascórbico houve uma melhora dos parâmetros acima mencionado.

Posteriormente, SAHIN E KUCUK (2001) trabalharam com codornas em ambientes com altas temperaturas (34°C), e observaram melhora no rendimento de carcaça e na digestibilidade de nutrientes quando adicionaram 200 mg de ácido ascórbico por kg de ração, minimizando assim, os efeitos negativos do estresse por calor. Segundo SALVADOR *et al.* (2009), a suplementação com ácido ascórbico (100 e 200 ppm) em associação com calciferol (vitamina D) proporcionaram melhor conversão alimentar em poedeiras jovens. A associação da vitamina D na forma de 25(OH)D<sub>3</sub> com 200 ppm de ácido ascórbico (vitamina C) aumentou a porcentagem da gema dos ovos, além disso, a espessura da casca melhorou com a utilização de 25(OH)D<sub>3</sub> em conjunto com a suplementação com ácido ascórbico (100 e 200 ppm), respectivamente na dieta de galinhas poedeiras.

Desta maneira, objetivou-se avaliar a adição de diferentes níveis de ácido ascórbico na alimentação de codornas japonesas criadas em região tropical no período de postura sobre o consumo de nutrientes, desempenho produtivo e qualidade dos ovos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Universidade do Estado de Mato Grosso, Pontes e Lacerda, MS. Foram utilizadas 80 codornas japonesas na fase de postura, peso corporal (PC) médio de 0,156 kg e 180 dias de vida, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado em vinte gaiolas (quatro

codornas/gaiola) e quatro rações experimentais contendo diferentes níveis de ácido ascórbico (vitamina C) para alimentação, totalizando cinco repetições (gaiolas) por tratamento.

No ensaio de desempenho produtivo (produção de ovos) foi avaliado os seguintes níveis de 0%; 0,01%; 0,02% e 0,03%, ou seja, 0; 100; 200 e 300 mg/kg de ácido ascórbico. O ácido ascórbico utilizado no experimento foi adquirido de laboratório especializado em fármacos (União Química®) e apresentou 1.000 mg de ácido ascórbico por 1 g da pastilha. A composição química dos alimentos utilizados no presente estudo está demonstrada na Tabela 1.

As rações experimentais para as codornas em postura foram balanceadas para atenderem as exigências de 20% de proteína bruta (isoprotéica) e 3,0 Mcal de energia metabolizável por kg, de acordo com NRC (1994) (Tabela 2). As rações foram fornecidas em cocho tipo calha três vezes ao dia (7:00h; 12:00h e 18:00h). As codornas tiveram livre acesso à água potável. A composição química do núcleo mineral apresentou 260 g/kg de Ca; 99 g/kg de P; 500 mg/kg de Co; 2.000 mg/kg de Fe; 3.500 mg/kg de Mg; 30 mg/kg de I e 15 mg/kg de Se.

As variáveis analisadas foram o consumo de matéria seca, consumo de matéria orgânica, consumo de proteína bruta e consumo de fibra em detergente neutro. Diariamente foi mensurada a quantidade de ração fornecida por gaiola e no dia seguinte durante o período da manhã antes do fornecimento da primeira refeição foi amostrada e mensurada a quantidade de sobra para o ajuste do consumo de matéria seca. As sobras foram utilizadas para realizar os cálculos de ajuste de ração para que ocorressem aproximadamente 10% de sobra diariamente, possibilitando que as codornas alcançasse a capacidade máxima de consumo de ração.

Após o período de coleta de sobras das rações,

**Tabela 1. Composição química dos alimentos experimentais**

Ingredientes	<sup>1</sup> Nutrientes						
	MS	MO	PB	EE	FDN	MM	EM
Grão de milho moído	89,37	98,36	9,83	4,18	14,05	1,64	3,38
Óleo de Soja	98,00	98,00	-	98,00	-	2,00	8,79
Farelo de soja	89,29	92,69	47,55	1,75	15,37	7,31	2,29
Calcário	100,0	2,00	-	-	-	98,00	-
Núcleo mineral	100,0	100,0	-	-	-	90,00	-
Ácido ascórbico	-	100,0	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); EE: extrato etéreo (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (%MS); MM: matéria mineral (%MS); EM: energia metabolizável (Mcal/kg).

**Tabela 2. Composição percentual e composição química das rações experimentais com as rações contendo diferentes níveis de ácido ascórbico**

Ingredientes	Níveis de ácido ascórbico (%)			
	0	0,01	0,02	0,03
	Composição percentual			
Grão de milho moído	58,0	58,0	58,0	58,0
Óleo de Soja	4,00	4,00	4,00	4,00
Farelo de soja	30,4	30,4	30,4	30,4
Calcário	1,60	1,60	1,60	1,60
Núcleo mineral	6,00	6,00	6,00	6,00
Ácido ascórbico	0,00	0,01	0,02	0,03
	<sup>1</sup> Composição química			
MS	90,5	90,5	90,5	90,5
MO	89,8	89,8	89,8	89,8
PB	20,2	20,2	20,2	20,2
EE	6,88	6,88	6,88	6,88
FDN	12,8	12,8	12,8	12,8
EM	300,8	300,8	300,8	300,8

<sup>1</sup>MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); EE: extrato etéreo (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (%MS); EM: energia metabolizável (Mcal/kg).

as amostras foram processadas em moinho de faca utilizando-se peneira de crivos de 1 mm, em seguida foram misturadas em quantidades iguais, com base no peso seco, para formar amostras compostas de sobras/gaiola/tratamento (0%, 0,01%, 0,02% e 0,03% de ácido ascórbico na matéria seca).

O teor de nitrogênio dos alimentos estudados e das sobras foi obtido pelo método semi micro-Kjeldahl, usando 6,25 como fator de conversão para proteína bruta (PB), a matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) foi realizada pelo método por incineração em mufla a 600°C e o teor de extrato etéreo (EE) foi determinado pela extração por lavagem com éter de petróleo, segundo citações de SILVA e QUEIROZ (2002). A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos e sobras foi realizada de acordo com VAN SOEST *et al.* (1991).

O ensaio de desempenho produtivo das codornas (ovos/dia) e percentagem (produtividade) foi conduzido durante 45 dias, com a coleta e mensuração da quantidade de ovos por gaiola/tratamento/dia. Os ovos também foram pesados e mensurados quanto o seu comprimento e diâmetro diariamente (CRUZ *et al.*, 2006).

No trigésimo dia do ensaio de desempenho produtivo os ovos foram coletados e identificados gaiola/tratamento para a avaliação da qualidade *in natura* (peso da casca, gema e albúmen, altura e

diâmetro da gema) conforme GERON *et al.* (2014). Para avaliação da qualidade dos ovos foi realizado o seguinte procedimento, cada ovo foi quebrado com o auxílio de uma faca, em cima de uma superfície plana (placa de vidro) e em seguida procedeu-se a separação manualmente da gema e do albúmen. Para medição da altura e diâmetro da gema foi utilizado paquímetro digital, com o mesmo equipamento foi mensurada a espessura da casca, utilizando-se fragmentos de casca de três regiões sendo o polo superior, polo inferior e do meridiano da casca do ovo (COSTA *et al.*, 2009). Com estas três medidas da casca do ovo realizou-se a média aritmética da espessura da casca de cada ovo (GERON *et al.*, 2014). A pesagem dos diferentes constituintes dos ovos foi realizada separadamente para a casca, gema e albúmen, os quais foram pesados separadamente em balança analítica de precisão (CRUZ *et al.*, 2006).

A temperatura ambiente do período experimental foi registrada durante o período da manhã (11:00h) e a tarde (17:00h) (Tabela 3). A umidade relativa do ar (%) foi obtida por meio da obtenção do  $\Delta T$  (déficit de saturação) =  $T_s - T_u$ , onde  $T_s$  é a temperatura do bulbo seco menos a  $T_u$  que é a temperatura do bulbo úmido. Os dados de temperatura do bulbo úmido e do déficit de saturação ( $\Delta T$ ) foram interpolados na tabela de pressão de vapor saturado em função da temperatura para obtenção da umidade relativa do ar (%).

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi

**Tabela 3. Temperatura ambiente e umidade relativa do ar para o período experimental das codornas alimentadas com as rações contendo diferentes níveis de ácido ascórbico**

Período	<sup>1</sup> Variáveis climáticas						
	TA	TA min	TA max	TBS	TBU	UR	ITU
Manhã	23,15	-	-	25,30	22,05	76,00	74,09
Tarde	34,75	-	-	40,35	31,85	57,00	91,98
Média	28,95	22,60	38,20	32,83	26,95	68,00	83,04

<sup>1</sup>TA: temperatura ambiente (°C); TA min: temperatura mínima do ambiente (°C); TA max: temperatura máxima do ambiente (°C); TBS: temperatura do bulbo seco (°C); TBU: temperatura do bulbo úmido (°C); UR: umidade relativa do ar (%) e ITU: índice de temperatura e umidade (%).

calculado a partir do modelo proposto por THOM (1959), conforme a equação  $ITU = 0,72 \times (Tbs + tbu) + 40$  em que; Tbs = temperatura do bulbo seco; tbu = temperatura do bulbo úmido. Para avaliação do ITU foi utilizada a classificação demonstrada por SOUZA *et al.* (2010) onde  $ITU < 74$ : considera animais dentro do conforto térmico adequado;  $74 \leq ITU < 79$ : ambiente quente, no qual se inicia o desconforto térmico, podendo causar problemas de saúde e redução no desempenho;  $79 \leq ITU < 84$ : condição ambiental muito quente, indicando perigo e podendo trazer consequências graves à saúde, precisando tomar precauções para evitar perdas na produção e  $ITU > 84$ : indica condição extremamente quente, com risco muito grave à saúde, indica situação de emergência com providências urgentes a serem tomadas para evitar a perda do plantel.

Os dados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância no programa Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG, UFV, Viçosa, MG, Brasil). As diferenças observadas para os níveis de inclusão do ácido ascórbico sobre as variáveis estudadas foram determinadas por análise de regressão considerando 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de temperatura e umidade (ITU) de 74,01% para o período manhã no galpão de criação das codornas experimentais indicou um ambiente quente, no qual os animais os animais iniciaram o desconforto térmico (Tabela 3). Porém, durante o período da tarde o ITU foi de 91,98%, o que foi indicativo de que durante este período o ambiente extremamente quente propiciou risco muito grave a saúde das codornas. Desta maneira, o valor médio do ITU durante o período de 24 horas foi de 83,04%, o que demonstrou um ambiente muito quente (SOUZA *et al.*, 2010), com consequência grave a saúde e produção dos animais.

A utilização de 0%; 0,01%; 0,02% e 0,03% de

ácido ascórbico na alimentação de codornas na fase de postura não influenciou ( $P > 0,05$ ) o consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria orgânica (CMO) e consumo de proteína bruta (CPB), expressos em g/animal/dia; g/kg<sup>0,75</sup> e % do peso corporal (PC) (Tabela 4). Os valores médios do CMS, CMO e CPB foram de 46,53; 44,00 e 11,00 g/animal/dia, respectivamente. Do mesmo modo, FERNANDES *et al.* (2013) ao avaliarem a utilização de 0; 150; 300 e 450 mg/kg de ácido ascórbico associado a vitamina E na alimentação de frangos de corte observaram que a utilização dos diferentes níveis de ácido ascórbico na alimentação de frangos não alterou o consumo de ração e dos diferentes nutrientes para as diferentes fases de produção.

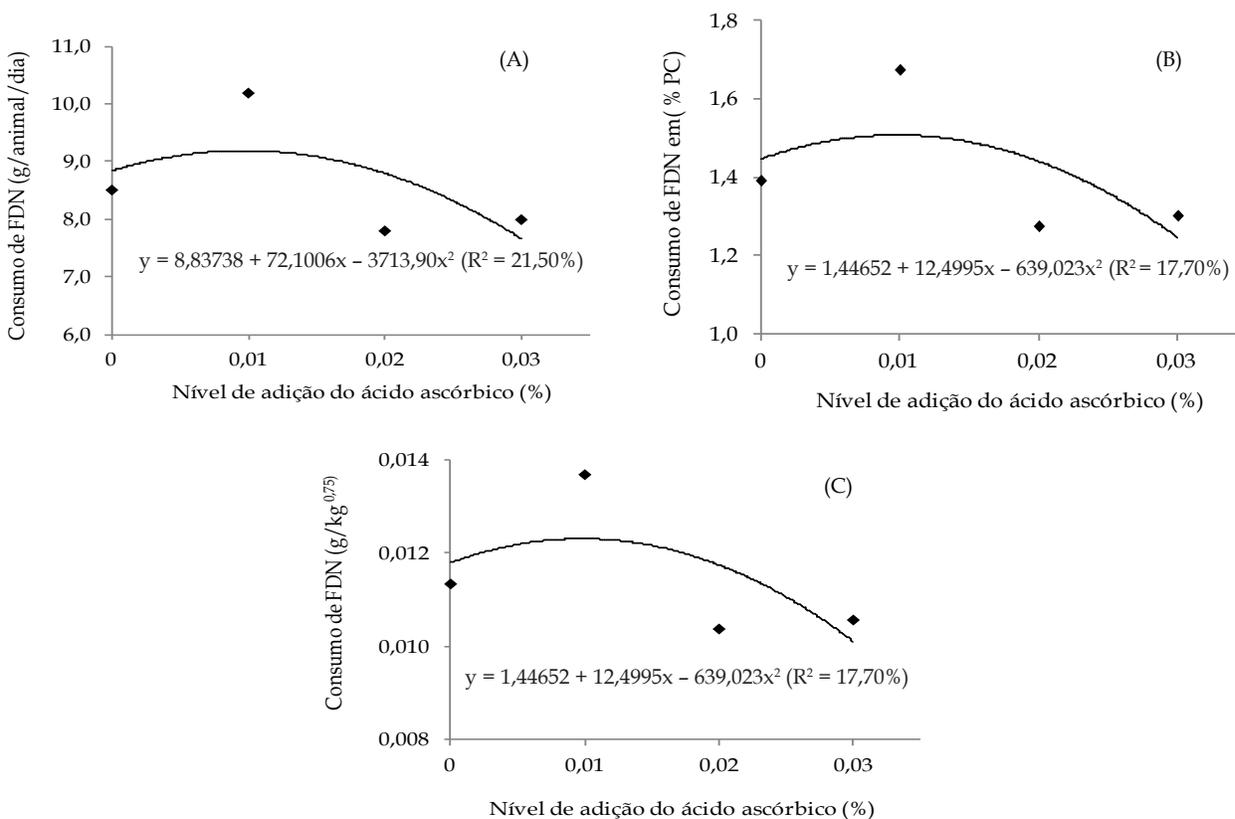
Contudo, o consumo de FDN (CFDN) das codornas alimentadas com os diferentes níveis de adição de ácido ascórbico apresentou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para as rações experimentais (Tabela 4). O CFDN máximo foi de 9,19 g/animal/dia obtido para o nível de adição de 0,01% de ácido ascórbico nas rações de codornas Japonesas em postura, de acordo com a equação  $y = 8,83738 + 72,1006x - 3713,90x^2$  (Figura 1). Provavelmente, esta resposta pode ter ocorrido em função do efeito do ácido ascórbico sobre as características imune das codornas (SOUZA *et al.*, 2011), além de ter possibilitado um efeito de probiótico, o que pode ter influenciado na melhor condição do ambiente intestinal para as bactérias intestinais, as quais auxiliam na degradação da fibra alimentar na porção terminal do aparelho digestivo das aves, conseqüentemente, pode ter melhorado a taxa de passagem, contudo não foi suficiente para alterar o CMS das codornas. Da mesma forma, PASSOS *et al.* (2013), ao avaliarem a utilização de minerais traços e ácido ascórbico na alimentação de poedeiras em região de clima quente concluíram que os minerais traços e o ácido ascórbico não alteraram o consumo e desempenho de das poedeiras em região de clima quente.

Os diferentes níveis de adição do ácido

**Tabela 4. Consumo médio diário da matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN) das codornas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de ácido ascórbico**

Variáveis	Níveis de ácido ascórbico (%)				Equação	CV (%)
	0	0,01	0,02	0,03		
CMS (g/animal/dia)	44,68	44,07	56,99	40,37	y = 46,53	21,51
CMS (g/kg <sup>0,75</sup> )	0,37	0,36	0,46	0,33	y = 0,38	25,52
CMS (% PC)	7,36	7,25	9,32	6,61	y = 7,64	29,52
CMO (g/animal/dia)	42,48	41,86	52,97	38,68	y = 44,00	21,40
CMO (g/kg <sup>0,75</sup> )	0,35	0,34	0,43	0,31	y = 0,36	23,43
CMO (% PC)	6,96	6,88	8,86	6,32	y = 7,26	24,17
CPB (g/animal/dia)	10,13	11,53	12,43	9,90	y = 11,00	17,34
CPB (g/kg <sup>0,75</sup> )	0,08	0,09	0,10	0,08	y = 0,09	19,45
CPB (% PC)	1,66	1,90	2,03	1,62	y = 1,80	20,22
CFDN (g/animal/dia)	8,50	10,19	7,80	7,99	<sup>2</sup>	10,50
CFDN (g/kg <sup>0,75</sup> )	0,011	0,014	0,010	0,011	<sup>3</sup>	13,62
CFDN (% PC)	1,39	1,67	1,27	1,30	<sup>4</sup>	16,18

<sup>1</sup>Expresso em gramas por animal por dia (g/animal/dia); expresso em gramas por kg de peso metabólico (g/kg<sup>0,75</sup>); expresso em porcentagem do peso corporal (% PC). <sup>2</sup>y = 8,83738 + 72,1006x - 3713,90x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup> = 21,50%); <sup>3</sup>y = 0,0117938 + 0,104925x - 5,37157x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup> = 15,00%); <sup>4</sup>y = 1,44652 + 12,4995x - 639,023x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup> = 17,70%).



**Figura 1. Equações estimadas para determinação do consumo de fibra em detergente neutro (FDN) expresso em g/animal/dia (A); % do PC (B) e g/kg<sup>0,75</sup> (C) de codornas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de o ácido ascórbico.**

ascórbico na alimentação de codornas em postura não alteraram ( $P>0,05$ ) a produção de ovos e a produtividade. Os valores médios observados para a produção de ovos foi de 3,06 ovos/gaiola/dia e 0,77 ovos/animal/dia e a produtividade média foi de 76,50% (Tabela 5). Observou-se que o nível de 0,02% de ácido ascórbico na dieta das codornas em ambiente tropical com temperatura média de 28,95°C (Tabela 3), propiciou amplitude de variação de aproximadamente 10% a mais na produção de ovos/gaiola/dia em relação as codornas que receberam as rações com 0% de ácido ascórbico, porém, somente a administração da vitamina C na alimentação das codornas não foi adjuvante efetivo para corroborar na redução do estresse causado pelo calor e melhorar os índices de produção.

Relatos na literatura têm descrito que as aves estressadas necessitam de maior aporte de vitaminas e minerais devido às alterações no metabolismo nestas condições (COELHO e MCNAUGHTON, 1995; LAGANÁ *et al.*, 2005). Além disso, nas épocas quentes do ano o consumo voluntário de ração diminui e a estabilidade das vitaminas nos suplementos tende a diminuir (RIBEIRO e LAGANÁ, 2002). Contudo, o presente estudo não foi observado redução no CMS, consequentemente, não houve alteração no índice de produção de ovos. Estes dados corroboram com os achados de PASSOS *et al.* (2013), os quais não observaram alteração no consumo e na produtividade de poedeiras alimentadas com vitamina C.

De acordo com revisão realizada por PARDUE e THAXTON (1986), o desempenho e a função imunológica de aves submetidas a estresse térmico melhoraram significativamente ao aumentar os níveis de vitamina C e vitamina E. Este fato, indicou que o ácido ascórbico atua de maneira mais efetiva com a associação a vitamina E e minerais. Desta forma, este relato corrobora com os dados obtidos no presente estudo, em que a adição do ácido ascórbico sem adição de outras vitaminas e minerais não melhorou o desempenho produtivo de codornas

em ambiente tropical (28,95°C). Por outro lado, SAHIN e KUCUK (2001) observaram que a digestibilidade dos nutrientes aumentou com a suplementação de ácido ascórbico (125 e 250 mg/kg da dieta) e selênio (0,1 ou 0,2 mg/kg da dieta) para codornas em postura mantidos em ambiente com temperatura média de 34°C.

A adição de 0%; 0,01%; 0,02% e 0,03% de ácido ascórbico na alimentação de codornas em postura não alterou ( $P>0,05$ ) o peso dos ovos, da gema e albúmen e o diâmetro dos ovos e das gemas (Tabela 6). Os valores médios observados para os diferentes níveis de ácido ascórbico na ração de codornas para o peso dos ovos foram de 10,14 g, peso da gema de 3,40 g, peso do albúmen de 5,30 g, e para o diâmetro dos ovos de 2,46 mm e das gemas de 2,21 mm. De forma semelhante, SOUZA *et al.* (2001) avaliaram a influência do ácido ascórbico sobre a qualidade de ovos produzidos em ambiente com temperatura média de 26°C e concluíram que o nível de até 0,02% de ácido ascórbico não é suficiente para evitar perdas na qualidade dos ovos durante o período de 0 a 28 dias de armazenamento.

A adição de ácido ascórbico na alimentação das codornas propiciou efeito quadrático ( $P<0,05$ ) para a variável altura dos ovos e peso da casca dos ovos (Figura 2 A e B). Os menores valores da altura dos ovos e peso da casca dos ovos foram de 2,99 mm e 1,25 g, respectivamente para os níveis de adição de 0,017% e 0,023% de ácido ascórbico nas rações de codornas. Entretanto, para espessura da casca e altura da gema dos ovos, a adição do ácido ascórbico propiciou efeito quadrático ( $P<0,05$ ) com ponto de máximo de 0,031 mm e 1,42 mm, respectivamente, para os níveis de adição de 0,024% e 0,017% de ácido ascórbico nas rações (Figura 3 A e B).

Diante do exposto, os produtores de ovos de codorna deverão realizar a avaliação econômica do sistema de produção para tomar a melhor decisão nutricional e financeira para a atividade de produção de ovos de codornas em região tropical em função da utilização do nível de 0,02% de ácido ascórbico na ração.

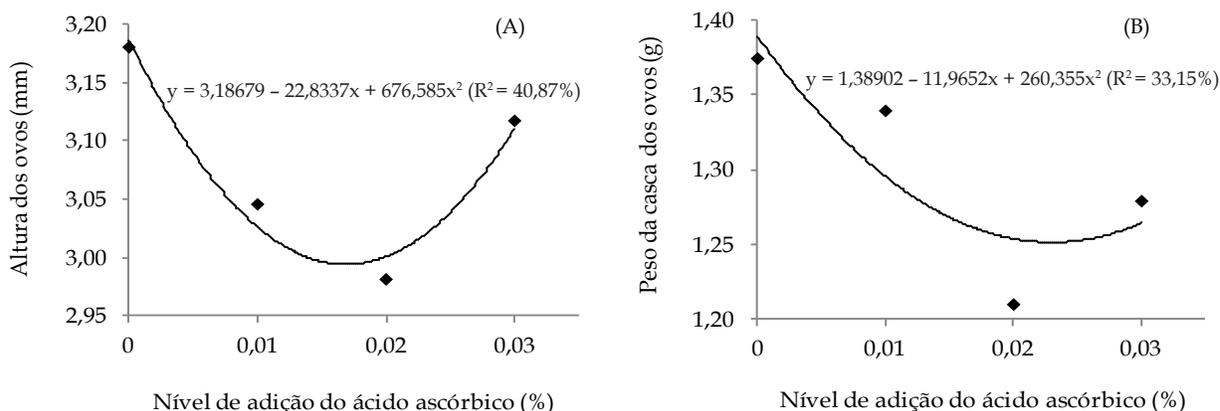
**Tabela 5. Produção e produtividade dos ovos de codornas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de ácido ascórbico**

Item	Níveis de ácido ascórbico (%)				CV (%)
	0	0,01	0,02	0,03	
Produção de ovos (gaiola/dia)	2,88	3,03	3,22	3,13	8,65
Produção de ovos (animal/dia)	0,72	0,76	0,80	0,78	8,65
Produtividade (%)	72,0	76,0	80,0	78,0	8,60
Produção de ovos total (gaiola/30 dias)	86,3	90,8	96,5	93,9	8,65
Produção de ovos dúzia (gaiola/30 dias)	7,20	7,57	8,04	7,83	8,65

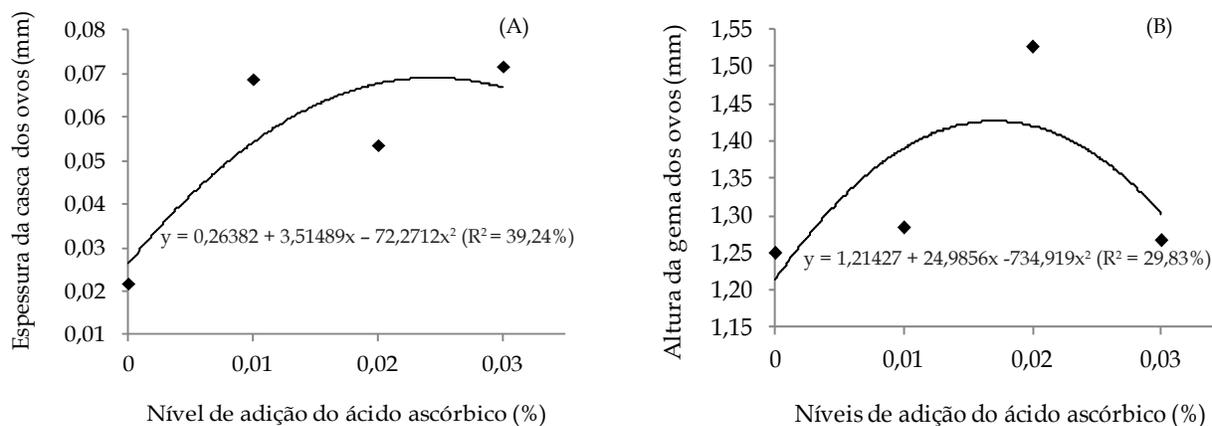
**Tabela 6. Variáveis de qualidade dos ovos in natura de codornas alimentadas com diferentes níveis de ácido ascórbico**

Item	Níveis de ácido ascórbico (%)				Equação	CV (%)
	0	0,01	0,02	0,03		
Peso do ovo (g)	10,13	10,23	9,72	10,48	$y = 10,14$	4,37
Altura do ovo (mm)	3,18	3,05	2,98	3,12	<sup>1</sup>	3,16
Diâmetro do ovo (mm)	2,52	2,47	2,38	2,47	$y = 2,46$	3,74
Peso da gema (g)	3,36	3,36	3,38	3,50	$y = 3,40$	7,86
Peso do albúmen (g)	5,22	5,24	5,14	5,59	$y = 5,30$	6,18
Peso da casca (g)	1,37	1,34	1,21	1,28	<sup>2</sup>	5,86
Espessura da casca (mm)	0,02	0,07	0,05	0,07	<sup>3</sup>	37,0
Altura da gema (mm)	1,25	1,28	1,53	1,27	<sup>4</sup>	7,93
Diâmetro da gema (mm)	2,26	2,25	2,12	2,22	$y = 2,21$	3,76

<sup>1</sup> $y = 3,18679 - 22,8337x + 676,585x^2$  ( $R^2 = 40,87\%$ ); <sup>2</sup> $y = 1,38902 - 11,9652x + 260,355x^2$  ( $R^2 = 33,15\%$ ); <sup>3</sup> $y = 0,26382 + 3,51489x - 72,2712x^2$  ( $R^2 = 39,24\%$ ); <sup>4</sup> $y = 1,21427 + 24,9856x - 734,919x^2$  ( $R^2 = 29,83\%$ ).



**Figura 2. Altura dos ovos (A) e peso da casca dos ovos (B) de codornas recebendo diferentes níveis de adição do ácido ascórbico nas rações experimentais.**



**Figura 3. Espessura da casca dos ovos (A) e altura da gema dos ovos (B) de codornas recebendo diferentes níveis de adição do ácido ascórbico nas rações experimentais.**

## CONCLUSÃO

A adição de até 0,03% de ácido ascórbico na alimentação de codornas Japonesas em postura na região tropical do Brasil não altera o consumo dos nutrientes, a produção e produtividade dos ovos. Porém, a espessura da casca e altura da gema dos ovos apresenta melhor valor com a adição de 0,02% de ácido ascórbico na ração para codornas em ambiente com estresse térmico.

## AGRADECIMENTOS

Aos acadêmicos do curso de Bacharelado em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso por ter disponibilizado bolsas de iniciação científica aos acadêmicos de bacharelado em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso.

## REFERÊNCIAS

- COELHO, M.B.; McNAUGHTON, J.L. Effect of composite vitamin supplementation on broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.4, p.219-229, 1995.
- COSTA, F.G.P.; GOULART, C.C.; COSTA, J.S.; SOUZA, C.J.; BARROS, L.R.; SILVA, J.H.V. Desempenho, qualidade de ovos e análise econômica da produção de poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes níveis de raspa de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, p.13-18, 2009.
- CRUZ, F.G.G.; PEREIRA FILHO, M.; CHAVES, F.A.L. Efeito da Substituição do Milho pela Farinha de Mandioca em Rações para Poedeiras Comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2303-2308, 2006.
- FERNANDES, J.I.M.; SAKAMOTO, M.I.; GOTTARDO, E.T.; TELLINI, C. Relação vitamina E: Vitamina C sobre a qualidade da carne de frangos submetidos ao estresse pré-abate. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, p.294-300, 2013.
- GERON, L.J.V.; MORAES, K.B.; COSTA, F.G.; MACHADO, R.J.T.; SANTOS, C.M.S.; MUNIZ, P.R. Raspa de mandioca integral desidratada na alimentação de codornas japonesas sobre a produção de ovos e qualidade dos ovos durante a conservação *in natura*. **Archives of Veterinary Science**, v.19, p.36-46, 2014.
- KUTLU, H.R.; FORBES, J.M. Changes in growth and blood parameters in heat-stressed broiler chicks in response to dietary ascorbic acid. **Livestock Production Science**, v.36, p.335-350, 1993.
- LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; GONZALEZ, F.H.D.; LACERDA, L.A.; TERRA, S.R.; BARBOSA, P.R. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em estresse por calor. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, p.157-165, 2005.
- NJOKU, P.C. Effect of dietary ascorbic acid (vitamin C) supplementation on the performance of broiler chickens in a tropical environment. **Animal Feed Science and Technology**, v.16, p.17-24, 1986.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9th ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994.
- PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P.; MUNIZ, J.C.L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, p.2041-2049, 2012.
- PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P. Ascorbic acid in poultry: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.42, p.107-123, 1986.
- PASSOS, D.P.; MACIEL, M.P.; CARDOSO, D.M.; REIS, S.T.; AROUCA, C.L.C.; DIAS, A. microminerais orgânicos e vitamina C nas rações de poedeiras semipesadas em região de clima quente. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.108, p.585-596, 2013.
- RIBEIRO, A.M.L.; LAGANÁ, C. Estratégias nutricionais para otimizar a produção de frangos de corte em altas temperaturas. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DOS NEGÓCIOS DA PECUÁRIA, 2002, Cuiabá. **Anais....** Cuiabá: ENIPEC, 2002. CD-ROM.
- RORIZ, C.G.Q. **Estabilidade oxidativa de ovos e desempenho de codornas européias (*Coturnix coturnix*) suplementadas com vitamina C e óleos de soja e de girassol**. 2014. 77p. Dissertação (mestrado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- SAHIN, K.; KUCUK, O. Effects of vitamin E and selenium on performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of Japanese quails reared under heat stress (34°C). **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.85, p.342-348, 2001.
- SALVADOR, D.; FARIA, D.E.; MAZALLI, M.R.; ITO, D.T.; FARIA FILHO, D.E.; ARAÚJO, L.F. Vitaminas D e C para poedeiras na fase inicial de produção de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.887-892, 2009.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002.
- SOUSA, M.S.; TINÓCO, I.F.F.; BARRETO, S.L.T.; AMARAL, A.G.; PIRES, L.C.; FERREIRA, A.S. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. **Revista Brasileira de Produção e Saúde Animal**, v.15, p.350-360, 2014.

- SOUZA, M.G.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; MAIA, A.P.A.; BALBINO, E.M.; OLIVEIRA, W.P. Utilização das vitaminas C e E em rações para frangos de cortes mantidos em ambientes de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2192-2198, 2011.
- SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; OBA, A.; GARDINI, C.H.C. Influence of ascorbic acid on egg quality. **Food Science and Technology**, v.21, p.273-275, 2001.
- SOUZA, A.; PAVÃO, H.G.; LASTORIA, G.; GABAS, S.G.; CAVAZZANA, G.H.; PARANHOS FILHO, A.C. Um estudo de conforto e desconforto térmico para o mato grosso do Sul. **Revista de Estudos Ambientais**, v.12, p.15-25, 2010.
- STILBORN, H.L.; HARRIS JR., G.C.; BOTTJE, W.G.; WALDROUP, P.W. Ascorbic acid and acetylsalicylic acid (aspirin) in the diet of broilers maintained under heat stress conditions. **Poultry Science**, v.67, p.1183-1187, 1988.
- TEIXEIRA, M.P.F. **Vitamina C em rações para frangos de cortes estressados por calor**. 2011. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.
- THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, v.12, p.57-61, 1959.
- TINÔCO, I.F.F. Avicultura Industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, p.01-26, 2001.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VATHANA, S.; KANG, K.; LOAN, C.P.; THINGGAARD, G.; KABASA, J.D.; TER MEULEN, U. Effect of vitamin C supplementation on performance of broiler chickens in Cambodia. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 2002, Witzenhausen. **Proceedings...** Witzenhausen: Deutscher Tropentag, 2002. p.72-78.