



Revista
Técnico-Científica



ARROZ INTEGRAL E COMPLEXO ENZIMÁTICO NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS

¹Suelen Nunes da Silva, ²Martha Lopes Schuch de Castro, ³Bruna Cristina Kuhn Gomes, ⁴Caroline Bavaresco, ⁴Renata Cedres Dias, ⁵Aline Arassiana Piccini Roll, ⁶Débora Cristina Nichelle Lopes, ⁷Fernando Rutz, ⁸Jorge Schafhäuser Junior, ⁹Victor Fernando Büttow Roll, ¹⁰Eduardo Gonçalves Xavier

¹Médica Veterinária, Ma., Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFPel; ²Médica Veterinária, Dr^a. pela UFPel; ³Médica Veterinária, Ma., Doutoranda da UFRGS; ⁴Zootecnista, Ma., Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFPel; ⁵Médica Veterinária, Dr^a., Pós-Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFPel; ⁶Médica Veterinária, Dr^a., Professora do Departamento de Zootecnia – UFPel; ⁷Médico Veterinário, Ph.D., Professor do Departamento de Zootecnia – UFPel; ⁸Zootecnista, Dr., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado; ⁹Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Zootecnia – UFPel; ¹⁰Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Professor do Departamento de Zootecnia – UFPel.

RESUMO: Realizou-se um experimento para verificar o efeito da inclusão de arroz integral (AI) e complexo enzimático (CE), *on top*, na dieta de codornas de postura. Utilizou-se 240 aves. Os tratamentos foram: T1: dieta basal 0% AI (controle); T2: 25% AI; T3: 50% AI; T4: 75% AI; T5: 100% AI; T6: TC + CE; T7: T2 + CE; T8: T3 + CE; T9: T4 + CE; e T10: T5 + CE. Avaliou-se a produção e o peso médio dos ovos (PMO), a massa de ovos (MO), a conversão por massa de ovos (CMO), a conversão por dúzia de ovos (CDO) e a qualidade interna e externa dos ovos. Os resultados demonstraram diminuição linear de PMO e comportamento quadrático decrescente na produção, na MO e na CMO com o uso do CE. A CDO, quando não usado CE, piorou. Observou-se comportamento linear decrescente da pigmentação das gemas conforme aumentaram os níveis de AI, tanto com CE quanto sem CE. Para as demais características de qualidade, não houve efeito significativo. O AI descascado e não-polido pode ser utilizado na dieta de codornas japonesas em nível de até 25% sem a necessidade de adição de pigmentantes e o uso de complexo enzimático.

Palavras-chave: cereais, coturnicultura, desempenho, ovos, qualidade.

WHOLE RICE AND ENZYMATIC COMPLEX IN JAPANESE QUAIL DIET

ABSTRACT: An experiment was carried out to verify the effect of inclusion of whole rice (WR) and enzyme complex (EC), *on top*, in the Japanese quail diet. Two-hundred and forty birds were used. The treatments were: T1: basal diet 0% WR (control); T2:

Revista Científica Rural, Bagé-RS, volume21, nº2, ano 2019
Submetido 30/07/2018. Aceito 11/12/2018. Doi: <https://doi.org/10.30945/rcr-v21i2.359>

25% WR; T3: 50% WR; T4: 75% WR; T5: 100% WR; T6: TC + EC; T7: T2 + EC; T8: T3 + EC; T9: T4 + EC; and T10: T5 + EC. The variables analyzed were production and mean weight of eggs (MWE), egg mass (EM), conversion by egg mass (CEM), conversion per dozen eggs (CDE) and internal and external egg quality. The results showed a linear decrease of MWE and a decreased quadratic response of egg production, EM and CEM with the use of EC. The CDE was negatively affected when EC was not added to the diet. A decreased linear response of yolk pigmentation was observed as the AI levels increased, both with and without EC. No significant effect was observed for the other quality characteristics. Peeled and unpolished WR can be used in the diet of Japanese quails up to 25% with no need of addition of pigments and enzyme complex.

Keywords: cereals, eggs, performance, quail production, quality.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a coturnicultura vem apresentando desenvolvimento bastante acentuado, adequando-se às novas tecnologias de produção, em que a atividade anteriormente tida como de subsistência, passou a ocupar um cenário de empreendimento altamente tecnificado com resultados satisfatórios aos investidores (PASTORE et al., 2012). Alguns dos fatores que impulsionaram a atividade foram o baixo investimento e o rápido retorno de capital (ALBINO; BARRETO, 2003).

As dietas para codornas são compostas basicamente por uma mistura balanceada de vários ingredientes, podendo incluir xantofilas e promotores de crescimento presentes em alguns ingredientes naturais e agentes antimicrobianos (NRC, 1994). Ao considerar que as dietas de codornas contêm mais proteína do que as de frangos e poedeiras, o custo de alimentação das codornas por unidade de produto (carne ou ovos) é, supostamente, maior (SILVA et al, 2006). Assim sendo, alimentos alternativos ao milho ou ao farelo de soja, principais ingredientes utilizados nas dietas, vêm sendo testados quanto aos seus efeitos no desenvolvimento e desempenho produtivo dos animais. Entre os alimentos alternativos estão os subprodutos do arroz.

O arroz (*Oryza sativa*) apresenta alta concentração de amido no grão, normalmente digerido de modo rápido comparado a outros alimentos amiláceos, como batata doce ou mandioca (FREI; BECKER, 2004). Fornece proteína de alta qualidade, se comparada a de outros grãos, devido à sua digestibilidade e composição em aminoácidos (principalmente lisina), contém também vitaminas (principalmente vitamina E, além de vitaminas do complexo B), minerais e possui baixo teor de lipídios (WALTER et al., 2008). Em seu processo de beneficiamento, primeiramente é retirada a casca, deixando à mostra um grão de coloração parda, conhecido como arroz integral.

Fatores anti-nutricionais presentes no arroz dificultam ou impedem a absorção dos nutrientes da dieta de aves em até 15-25%, diminuindo a eficiência na produção de carne ou ovos (BARLETTA, 2010). Em muitos casos, isto é consequência da presença de polissacarídeos não-amiláceos (PNA), que aumentam a viscosidade no trato gastrointestinal, alterando a velocidade do trânsito intestinal, causando modificações na estrutura da mucosa e na taxa de absorção de nutrientes (TAVERNARI et al., 2008), gerando aumento dos custos de produção e problemas ambientais.

Krabbe et al. (2012) salientam que o grão de arroz deve ser descascado antes de ser incorporado na dieta de aves e suínos, uma vez que a casca aumenta o teor de fibra deste alimento, tornando-o pouco nutritivo. Ainda na tentativa de reduzir este comprometimento, aditivos são utilizados nas dietas, dentre estes, as enzimas exógenas (SCHWARZ, 2002; BARLETTA, 2010).

Industrialmente, um grande número de enzimas exógenas tem sido produzido, utilizando bactérias e fungos, através de processos de fermentação (EUROPEAN COMMISSION, 2002; COSTA et al, 2007). O seu uso na alimentação animal acarreta benefícios à produção com o aumento do desempenho e a redução de custos e auxílio na manutenção da saúde intestinal (BARLETTA, 2010). Assim, objetivou-se verificar a influência da substituição do milho pelo arroz integral descascado e não-polido como fonte energética da dieta, e o impacto do uso de complexo enzimático no desempenho de codornas e qualidade de ovos produzidos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Setor de Avicultura da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no município de Capão do Leão, RS. Foram utilizadas 240 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), dos 62 aos 90 dias de idade, alojadas em gaiolas metálicas contendo duas aves cada uma, sendo a gaiola a unidade experimental, com comedouros metálicos do tipo calha e bebedouros automáticos do tipo *nipple*. A temperatura (T °C) e umidade relativa do ar (URA) no interior do galpão foram registradas durante todo o período experimental, por meio de um termo-higrômetro digital, e controladas com auxílio de ventiladores.

Os tratamentos constaram da substituição progressiva do milho por arroz integral descascado e não-polido (AI) nas dietas, isoproteicas e isoenergéticas, com ou sem a adição de complexo enzimático (CE), formuladas de acordo com as exigências nutricionais de Rostagno et al. (2011). Os tratamentos utilizados foram: Tratamento 1 (T1): dieta basal 0% AI

(controle - TC) ; Tratamento 2 (T2): 25% AI; Tratamento 3 (T3): 50% AI; Tratamento 4 (T4): 75% AI; Tratamento 5 (T5): 100% AI; Tratamento 6 (T6): TC + CE; Tratamento 7 (T7): T2 + CE; Tratamento 8 (T8): T3 + CE; Tratamento 9 (T9): T4 + CE; Tratamento 10 (T10): T5 + CE.

A composição das dietas experimentais está demonstrada na Tabela 1. O CE SSF *Allzyme*® utilizado é formado pelas enzimas fitase, xilanase, protease, celulase, beta-glucanase, amilase e pectinase, sendo produzido por fermentação em substrato sólido, a partir da levedura *Aspergillus niger*. Foi utilizado na forma sólida e adicionado *on top* às dietas, na dosagem sugerida pelo fabricante (150 g/ton).

As seguintes variáveis de desempenho foram avaliadas: produção total de ovos no período (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (MO), conversão por massa de ovos (g) e conversão por dúzia. A qualidade interna dos ovos foi analisada, coletando-se os ovos produzidos nos dois últimos dias do período experimental. Avaliou-se a altura do albúmen (mm) utilizando uma régua escala *Unit Haugh*, a cor da gema com auxílio de leque colorimétrico, a porcentagem da gema, a porcentagem do albúmen e a unidade *Haugh*.

A qualidade externa dos ovos foi verificada através da gravidade específica ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$), da espessura da casca (μm) verificada com uso de micrômetro digital, da porcentagem da casca, do comprimento dos ovos (mm) medido por paquímetro digital e do índice morfológico (relação entre a largura e o comprimento dos ovos). Todos os pesos foram verificados usando-se uma balança digital (sensibilidade de 0,001g).

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e 12 repetições por tratamento. Os dados de qualidade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), em um fatorial 5x2. As médias dos tratamentos foram comparadas por contrastes ortogonais a 5% de probabilidade.

Para avaliar o efeito da inclusão de arroz nas dietas sobre o desempenho foi utilizado análise de regressão polinomial a 5% de probabilidade. Já a influência do CE foi verificada através de contrastes ortogonais dentro dos diferentes níveis de inclusão de AI e, também, entre eles.

]

RESULTADOS

Os valores observados para as variáveis de desempenho produtivo estão demonstrados na Tabela 2. As características de qualidade interna e externa de ovos não apresentaram efeito significativo em nenhum dos níveis estudados e em presença, ou não, do complexo enzimático (Tabela 3) e seus comportamentos podem ser melhor visualizados na Figura 1. A exceção foi a cor da gema, que apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,0001$) (Figura 2). Os efeitos dos contrastes ortogonais a 5% de significância entre os tratamentos sobre o efeito do complexo enzimático adicionado *on top* às dietas nas variáveis de qualidade de ovos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais a base de milho, arroz integral descascado e não-polido e farelo de soja, adicionadas ou não de complexo enzimático *on top*.

Table 1. Composition of experimental diets based on corn, husked and unpolished whole rice and soybean meal, whether or not added enzymatic complex on top.

Ingredientes (%)	Tratamentos									
	100% Milho	25% AI	50% AI	75% AI	100% AI	100% Milho	25% AI	50% AI	75% AI	100% AI
Milho	50,300	37,725	25,150	12,575	-	50,300	37,725	25,150	12,575	-
Farelo de soja 45%	33,500	33,500	33,500	33,500	33,350	33,500	33,500	33,500	33,500	33,350
Arroz integral	-	12,575	25,150	37,725	50,300	-	12,575	25,150	37,725	50,300
Premix vit/min*	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Calcário 33%	4,370	4,370	4,370	4,370	4,390	4,370	4,370	4,370	4,370	4,390
Óleo de soja	3,300	3,600	3,900	4,200	4,500	3,300	3,600	3,900	4,200	4,500
Fosfato bicálcico 24%	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325
Inerte**	1,635	1,355	1,075	0,775	0,575	1,635	1,355	1,075	0,775	0,575
Complexo enzimático	-	-	-	-	-	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
DL- Metionina	0,370	0,370	0,370	0,380	0,390	0,370	0,370	0,370	0,380	0,390
L-Lisina	0,200	0,180	0,160	0,150	0,150	0,200	0,180	0,160	0,150	0,150
L-Treonina	-	-	-	-	0,020	-	-	-	-	0,020
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PB (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
EM (kcal/kg)	2800	2800	2801	2802	2802	2800	2800	2801	2802	2802
Cálcio	3,117	3,119	3,121	3,124	3,133	3,117	3,119	3,121	3,124	3,133
Fósforo disponível	0,349	0,344	0,339	0,334	0,328	0,349	0,344	0,339	0,334	0,328
Sódio	0,218	0,216	0,215	0,214	0,213	0,218	0,216	0,215	0,214	0,213
Potássio	0,767	0,766	0,764	0,763	0,759	0,767	0,766	0,764	0,763	0,759
Metionina digestível	0,641	0,643	0,645	0,656	0,667	0,641	0,643	0,645	0,656	0,667
Lisina digestível	1,104	1,096	1,087	1,087	1,090	1,104	1,096	1,087	1,087	1,090
Treonina digestível	0,663	0,657	0,650	0,643	0,652	0,663	0,657	0,650	0,643	0,652
Triptofano digestível	0,223	0,228	0,233	0,238	0,242	0,223	0,228	0,233	0,238	0,242
Valina digestível	0,811	0,812	0,814	0,815	0,814	0,811	0,812	0,814	0,815	0,814

*Suplemento vitamínico e mineral para codornas 5%: Ácido fólico (16,7 mg), Ácido pantotênico (204,6 mg), Bacitracina de Zinco (600 mg), BHT (700 mg), Biotina (1,4 mg), Cálcio (197,5 mg), Cobalto (5,1 mg), Cobre (244 mg), Colina (42 mg), Ferro (1.695 mg), Flúor (máx. 400 mg), Fósforo (50 mg), Iodo (29 mg), Manganês (1.485 mg), Metionina (111 g), Niacina (840 mg), Selênio (3,2 mg), Sódio (36 g), Vitamina A (207.000 UR), Vitamina B1 (40 mg), Vitamina B12 (430 mcg), Vitamina B2 (120 mg), Vitamina B6 (54 mg), Vitamina D3 (43.200 UI), Vitamina E (540 mg), Vitamina K3 (51,5 mg), Zinco (4,535 mg); **Areia escariola.

Tabela 2. Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas a base de arroz integral descascado e não-polido, adicionada, ou não, de complexo enzimático *on top*.

Table 2. Performance of Japanese quails fed diets based on husked and unpolished whole rice, with or without added enzyme complex *on top*.

Variável de Desempenho	Complexo Enzimático	Tratamentos (%)					P	CV (%)
		0	25	50	75	100		
Produção de ovos	CCE*	45,96	46,73	47,55	48,55	47,48	<0,05	1,84
	SCE**	49,17	46,29	47,36	45,37	47,69	ns	3,00
Consumo de ração (g)	CCE	1097,72	1105,75	1140,90	1123,13	1169,06	<0,05	2,27
	SCE	906,49	1135,75	1136,51	1112,33	1044,78	<0,05	8,16
Peso de ovos (g)	CCE	12,24	12,12	11,76	11,90	11,82	<0,05	1,53
	SCE	11,52	11,08	12,05	12,19	11,99	ns	3,49
MO ¹ (g)	CCE	521,58	550,86	563,94	584,06	563,41	<0,05	1,75
	SCE	576,49	604,99	583,98	585,25	577,47	ns	3,69
Conv/MO ² (g/g)	CCE	2,00	1,92	2,08	2,00	2,07	ns	8,12
	SCE	1,60	1,98	1,89	2,03	1,97	<0,05	2,87
Conv/dz ³ (g/dz)	CCE	1,99	1,96	2,03	1,95	2,06	ns	2,09
	SCE	1,52	2,07	2,01	1,99	1,86	<0,05	10,44
Contrastes		Prod.	Cons.	PO	MO	Conv/MO	Conv/dz	
Efeito do CE sem arroz (T1 vs T6)		0,023	< 0,001	0,029	0,045	<0,001	<0,001	
Efeito do CE nas dietas com 25% arroz (T2 vs T7)		ns	ns	0,002	0,041	ns	ns	
Efeito do CE nas dietas com 50% arroz (T3 vs T8)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Efeito do CE nas dietas com 75% arroz (T4 vs T9)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Efeito do CE nas dietas com 100% arroz (T5 vs T10)		ns	<0,001	ns	ns	ns	0,015	
Efeito do CE no arroz (T2, T3, T4, T5 vs T7, T8, T9, T10)		ns	0,027	ns	ns	ns	ns	
CV ⁴ (%)		7,02	4,89	6,33	10,07	10,39	8,03	

T1 e T6 = controle (0% arroz integral e 100% milho); T2 e T7 = 25% arroz integral; T3 e T8 = 50% arroz integral; T4 e T9 = 75% arroz integral; T5 e T10 = 100% arroz integral; *CCE: com complexo enzimático; **SCE: sem complexo enzimático; ¹MO: massa de ovos; ²Conv/MO: conversão/massa de ovos; ³Conv/dz: conversão/dúzia de ovos; ⁴CV: coeficiente de variação; P: nível de significância; CE: complexo enzimático; Prod: produção de ovos; Cons: consumo de ração; PO: produção de ovos.

Tabela 3. Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de arroz integral e complexo enzimático *on top*.

Table 3. Quality of Japanese quail eggs fed with different levels of whole rice and enzymatic complex *on top*.

Variável	Complexo enzimático	Tratamentos (%)					P	CV
		0	25	50	75	100		
Peso (g)	CCE*	11,23	12,24	12,12	11,76	12,05	ns	1,56
	SCE**	11,65	12,01	11,82	12,13	11,97	ns	3,40
Comp ¹ (mm)	CCE	30,29	32,83	32,85	32,06	32,66	ns	3,19
	SCE	30,65	32,67	32,51	30,90	32,69	ns	3,37
Largura ² (mm)	CCE	25,10	25,60	25,64	25,34	25,60	ns	2,54
	SCE	24,30	25,49	25,30	24,15	25,31	ns	0,91
PA ³ (g)	CCE	4,66	5,50	4,71	5,50	5,29	ns	4,03
	SCE	5,63	5,07	5,33	5,51	5,28	ns	8,13
%Albu ⁴	CCE	40,91	45,34	43,00	46,33	43,60	ns	4,81
	SCE	45,21	45,51	44,23	47,37	43,45	ns	3,28
PG ⁵ (g)	CCE	3,51	3,96	3,96	3,70	3,89	ns	8,09
	SCE	3,65	3,63	3,86	4,02	3,87	ns	10,24
%G ⁶	CCE	31,15	32,20	31,26	31,12	31,76	ns	2,04
	SCE	31,22	32,35	32,81	32,81	32,57	ns	1,49
PC ⁷	CCE	3,17	2,89	2,61	2,45	2,92	ns	10,04
	SCE	2,80	2,69	2,65	3,09	2,47	ns	8,35
% Casca ⁸	CCE	26,10	23,01	21,09	19,06	20,4	ns	15,51
	SCE	23,79	21,84	22,27	20,91	30,12	ns	12,45
Albu ⁹ (mm)	CCE	4,80	4,72	4,78	4,75	4,66	ns	1,16
	SCE	4,12	4,43	4,88	4,51	4,45	ns	6,05
UH ¹⁰	CCE	90,57	89,42	78,03	87,08	86,21	ns	5,73
	SCE	84,79	80,59	88,33	92,78	78,39	ns	6,83
Cor gema	CCE	5,33	4,35	3,66	2,41	1,16	<0,001	48,34
	SCE	4,32	4,02	3,49	2,41	1,45	<0,001	37,97
Grav ¹¹	CCE	1072	1070	1071	1074	1070	ns	0,42
	SCE	1071	1073	1069	1068	1071	ns	0,18
IM ¹²	CCE	79	78	78	79	78	ns	0,16
	SCE	80	78	78	78	79	ns	1,14

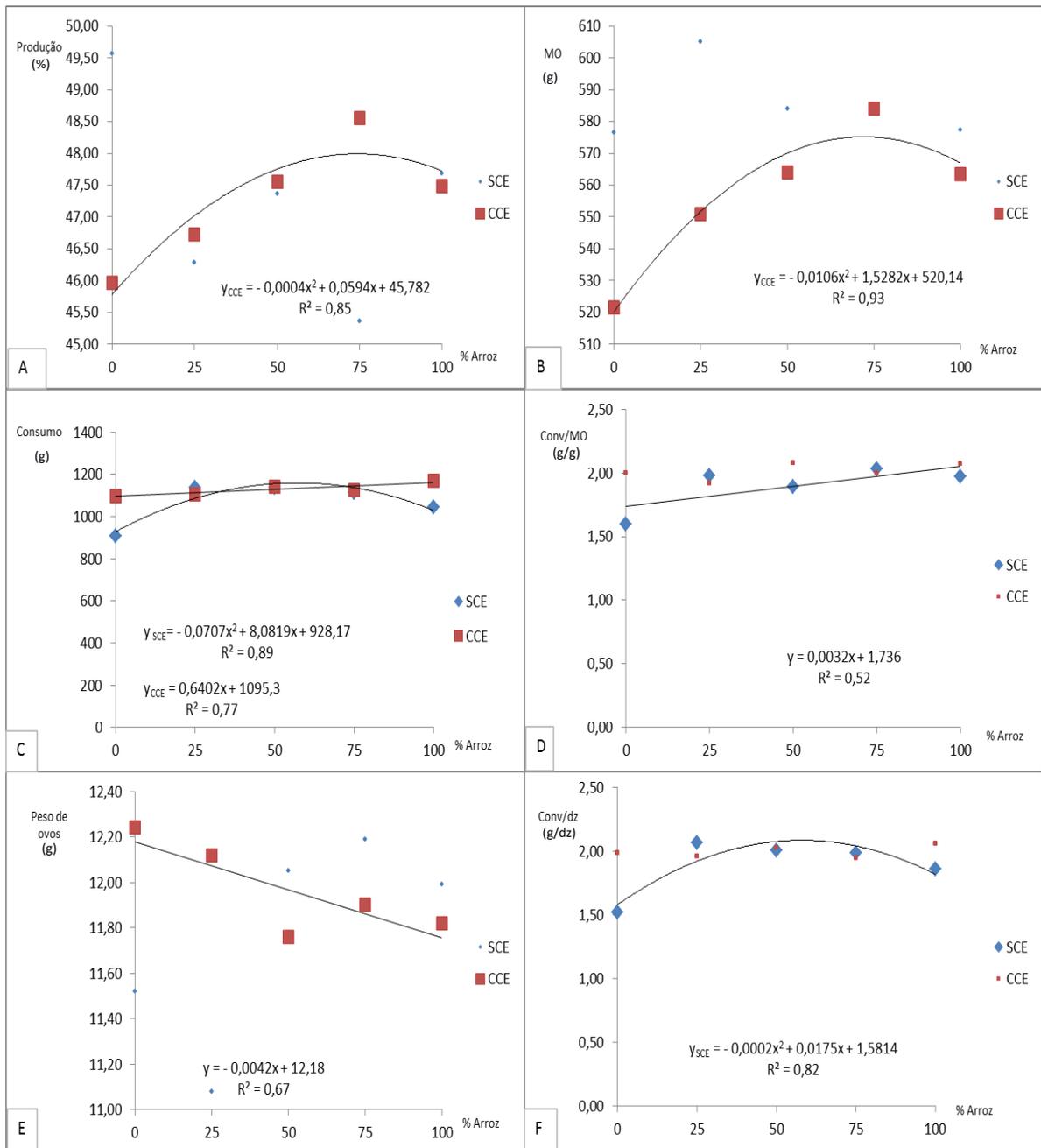
*CCE: com complexo enzimático; **SCE: sem complexo enzimático; ¹Comp: comprimento do ovo; ²Larg: diâmetro do ovo; ³PA: peso da clara; ⁴%Albúmen: percentual de clara; ⁵PG: peso de gema; ⁶%G: percentual de gema; ⁷PC: peso da casca; ⁸% Ca: percentual da casca; ⁹Albu: altura de albúmen; ¹⁰UH: unidade Haugh; ¹¹Grav: gravidade específica do ovo; ¹²IM: índice morfológico; ¹³CE: complexo enzimático; R²: coeficiente de determinação; P: nível de significância; ¹⁴CV: coeficiente de variação (%).

Tabela 4. Efeitos dos contrastes ortogonais a 5% de significância entre os tratamentos sobre o efeito do complexo enzimático adicionado *on top* às dietas com diferentes níveis de arroz integral nas variáveis de qualidade de ovos de codornas japonesas.

Table 4. Effects of orthogonal contrasts at 5% significance among treatments on the effect of the enzymatic complex added on top to the diets with different levels of whole rice in the quality variables of Japanese quail eggs.

Variáveis	Contrastes ortogonais						CV ¹⁴
	Efeito do CE ¹³ sem arroz (T1 vs T6)	Efeito do CE nas dietas com 25% arroz (T2 vs T7)	Efeito do CE nas dietas com 50% arroz (T3 vs T8)	Efeito do CE nas dietas com 75% arroz (T4 vs T9)	Efeito do CE nas dietas com 100% arroz (T5 vs T10)	Efeito do CE no arroz (T2, T3, T4, T5 vs T7, T8, T9, T10)	
Peso	ns	ns	ns	ns	ns	ns	7,07
Comp	ns	ns	ns	ns	ns	ns	8,96
Larg	ns	ns	0,039	ns	ns	ns	7,70
PA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	14,41
%Albu	ns	ns	ns	ns	ns	ns	16,23
%G	ns	ns	ns	ns	ns	ns	6,83
PG	ns	ns	ns	ns	ns	ns	10,37
PC	ns	ns	ns	ns	ns	ns	25,29
%Ca	ns	ns	ns	ns	<0,05	ns	32,70
Albu	ns	ns	ns	ns	ns	ns	17,18
UH	ns	ns	ns	ns	ns	ns	15,48
Cor	ns	ns	ns	ns	ns	ns	22,33
Grav	ns	ns	ns	0,007	ns	ns	0,47
IM	ns	ns	ns	ns	ns	ns	3,49

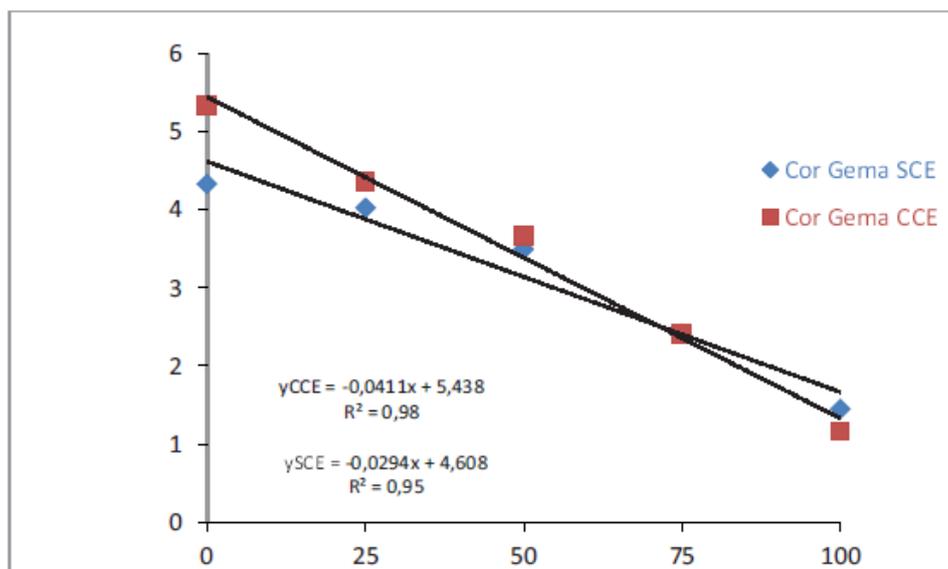
T1 e T6 = controle (0% arroz integral e 100% milho); T2 e T7 = 25% arroz integral; T3 e T8 = 50% arroz integral; T4 e T9 = 75% arroz integral; T5 e T10 = 100% arroz integral; Comp: comprimento do ovo; Larg: diâmetro do ovo; PA: peso da clara; %Albúmen: percentual de clara; PG: peso de gema; %G: percentual de gema; PC: peso da casca; % Ca: percentual da casca; Albu: altura de albúmen; UH: unidade Haugh; Grav: gravidade específica do ovo; IM: índice morfológico; CE: complexo enzimático; determinação; CV: coeficiente de variação (%).



A) Prod: produção de ovos; B) MO: massa de ovos; C) Consumo: consumo de ração no período; D) Conv/MO: conversão por massa de ovos; E) Peso de Ovos: peso médio de ovos no período; F) Conv/dz: conversão/dúzia de ovos; CCE: com complexo enzimático; SCE: sem complexo enzimático.

Figura 1. Desempenho de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de arroz integral descascado e não-polido com e sem adição de complexo enzimático.

Figure 1. Performance of Japanese quails fed different levels of husked and unpolished whole rice with and without enzyme complex addition.



CCE: com complexo enzimático; SCE: sem complexo enzimático.

Figura 2. Coloração das gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de arroz integral e complexo enzimático.

Figure 2. Egg yolk coloration of Japanese quails fed diets containing different levels of whole rice and enzymatic complex.

DISCUSSÃO

Houve uma resposta quadrática decrescente na produção de ovos nos tratamentos em que foi utilizado o CE, sendo que os valores máximos de inclusão de arroz integral (AI) determinados foram de 74,25% ($P < 0,05$; $y = -0,0004x^2 + 0,0594x + 45,782$; $R^2 = 0,85$). Sem a utilização de CE não foi observada diferença significativa entre os tratamentos.

O peso dos ovos apresentou resposta linear decrescente quando foi utilizado CE nas dietas ($P < 0,05$; $y = -0,0042x + 12,18$; $R^2 = 0,67$). Mesmo assim, os menores valores obtidos, ao redor de 11 g, situaram-se dentro de uma faixa de peso comercialmente aceitável para ovos de codornas japonesas. Para o peso dos ovos também não houve efeito significativo da inclusão do arroz sem o uso do CE.

Houve resposta linear crescente no desempenho dos animais submetidos às dietas com a inclusão do AI, com relação ao consumo, usando-se o CE ($P < 0,05$; $y = 0,6402x + 1095,3$; $R^2 = 0,77$). De outra forma, nas dietas sem CE a resposta significativa foi quadrática decrescente ($P < 0,05$; $y = -0,0707x^2 + 8,0819x + 928,17$; $R^2 = 0,89$) e, por determinação matemática, os piores resultados são conseguidos com a inclusão de 57,15% de arroz integral.

A massa de ovos produzida, parâmetro relacionado ao número de ovos produzidos e seu peso, apresentou efeito quadrático decrescente quando foi utilizado CE ($P < 0,05$; $y = -0,106x^2 +$

$1,5282x + 520,14$; $R^2 = 0,93$). Os maiores valores de massa de ovos foram obtidos com a inclusão de 72,08% de AI na dieta. Sem adição de CE, os valores não foram significativos.

Os valores de conversão alimentar por massa de ovo pioraram linearmente quando não foi utilizado CE ($P < 0,05$; $y = 0,0032x + 1,736$; $R^2 = 0,52$), enquanto a conversão por dúzia de ovos apresentou efeito quadrático decrescente ($P < 0,05$; $y = -0,0002x^2 + 0,0175x + 1,5814$; $R^2 = 0,82$), com os piores índices encontrados quando a inclusão de AI alcançou 43,75%.

A diminuição da produção de ovos, aliada às conversões piores, pode estar relacionada à maior quantidade de fatores anti-nutricionais quando se tem níveis maiores de arroz integral na dieta, como ácido fítico e fibras solúveis, os quais prejudicam a digestão dos nutrientes e sua metabolização (HARDINI, 2010), além de aumentarem a viscosidade da digesta, dificultando a absorção de vitaminas. O aumento da viscosidade também pode ter determinado a diminuição do consumo a partir de 57% de inclusão de arroz integral. Além disso, a energia da dieta pode ter sido desviada para manutenção ao invés da produção, conforme Costa et al. (2008), uma vez que os polissacarídeos não-amiláceos atuam como diluidores de nutrientes, afetando não só o tempo de trânsito da digesta, mas, também a motilidade intestinal, sendo ainda barreiras físicas à ação das enzimas digestivas (CARDOSO et al., 2011).

Em experimentos com frangos de corte em fase pré-inicial, apesar de o desempenho das aves submetidas à alimentação com arroz descascado em nível de 60% ter sido inferior ao daquelas que receberam dietas a base de milho (60%), ficou comprovada a possibilidade do uso do arroz como ingrediente na dieta das mesmas (JIMÉNEZ-MORENO et al., 2009). Já, em poedeiras, foi observado aumento do peso dos ovos oriundos de aves que receberam arroz integral, em percentuais de 33, 66 e 100%, em substituição ao milho, sem que as demais variáveis de desempenho sofressem efeito significativo (RODRIGUES et al., 2012).

Gopinger et al. (2014) encontraram peso e produção de ovos com resposta linear positiva, o que se opõe aos resultados lineares decrescentes para peso e quadrático decrescente para a produção de ovos neste experimento. Da mesma forma, a conversão por massa de ovos e por dúzia, para estes autores, apresentou melhora linear com o aumento dos níveis de arroz integral em dietas de codornas japonesas, contrapondo-se ao comportamento quadrático e linear decrescentes encontrados com os índices ora utilizados.

O uso de enzimas produz redução da viscosidade da digesta, melhora a digestão e absorção de nutrientes, especialmente da gordura e proteína, e melhora o aproveitamento da energia metabolizável da dieta (JUNQUEIRA et al., 2013). Os efeitos sobre a produção de ovos e a massa de ovos, quando foi utilizado o complexo enzimático neste estudo, podem ter sido reflexo de sua ação efetiva sobre os fatores anti-nutricionais presentes no arroz integral, melhorando a digestão e absorção, especialmente da gordura e proteína importantes para a produção.

Oba et al. (2013), em estudo com dietas a base de milho e farelo de soja para poedeiras, adicionadas de diferentes níveis de CE (fitase, celulase, pectinase, protease, amilase, betaglucanase e xilanase), também não observaram diferença estatística quanto à porcentagem de gema, albúmen e casca ou quanto à espessura de casca, gravidade específica e unidade *Haugh*. Araújo et al. (2008) usaram complexo enzimático (alfa-galactosidase, galactomananase, xilanase e beta-glucanase) na dieta para galinhas poedeiras com inclusão de farelo de trigo sem observar efeito ($P>0,05$) sobre a gravidade específica, nem em variáveis de desempenho como consumo de ração, a produção de ovos, a massa de ovos, a conversão por massa e por dúzia de ovos.

Conforme esperado, foi observado efeito linear decrescente ($P<0,0001$) sobre a pigmentação das gemas dos ovos conforme houve aumento dos níveis de inclusão de arroz integral descascado e não-polido na dieta das codornas, tanto com (CCE) ($P<0,0001$; $y = -0,0411x + 5,438$; $R^2 = 0,98$) como sem o uso do complexo enzimático (SCE) ($P<0,0001$; $y = -0,0294x + 4,608$; $R^2 = 0,95$) pela ausência de carotenoides no arroz integral (Figura 2). Esta situação é semelhante à encontrada em estudos utilizando outros alimentos energéticos sem carotenoides em sua composição como os estudos de Vidal (2013), trabalhando com farelo de castanha de caju na alimentação de poedeiras; Filgueira et al. (2014), adicionando quirera de arroz na dieta de codornas europeias; Quevedo Filho et al. (2013), aumentando níveis de farelo de arroz em dietas de codornas japonesas, e Gopinger et al. (2014), utilizando arroz integral para codornas japonesas.

O escore de coloração passou de 4,02 (SCE) e 4,35 (CCE) em inclusão de 25% de arroz para 1,45 (SCE) e 1,16 (CCE) quando o nível alcançou 100%. A dieta controle, a base de milho, obteve escore de coloração de 4,32 (SCE) e 5,33 (CCE).

Para que a cor das gemas não fosse afetada, a inclusão de 20% (Vidal, 2013) ou até no máximo 30% de alimentos sem carotenoides (QUEVEDO FILHO, 2013) seria recomendada sem a necessidade de adição de pigmentante segundo estes autores. No Brasil existe a preferência por uma gema de cor mais alaranjada, relacionando-a com um ovo mais nutritivo e saudável, tornando essa característica uma exigência do consumidor brasileiro que dificilmente mudará (ARAÚJO, 2016).

Além da pigmentação, a gravidade específica foi influenciada pela presença de complexo enzimático em nível de 75% de inclusão de arroz na dieta ($P=0,007$), com valores de 1068 (SCE) e 1074 (CCE). Em contrapartida, Santos et al. (2017) encontraram melhores valores de gravidade específica quando utilizaram milho e farelo de soja nas dietas de poedeiras, em comparação com dietas contendo farelo de arroz integral. Com a adição do CE, os mesmos também autores encontraram valores mais altos para essa variável em relação aos tratamentos sem CE.

As variáveis de qualidade interna dos ovos não foram afetadas pela presença de arroz integral nas dietas de codornas japonesas, o que corrobora com experimento em que foi utilizado o cereal em índices de 20, 40, 60 e 80% (GOPINGER et al., 2014). O aporte proteico das dietas e o balanço de

aminoácidos, que são determinantes para estas características, foram neutralizados, uma vez que se utilizaram dietas isoproteicas e equilibradas quanto aos aminoácidos mais limitantes.

Os valores da unidade *Haugh* (UH) estão relacionados à qualidade interna dos ovos (BARBOSA FILHO, 2007) e podem ser classificados, segundo o USDA (2000), como tipo AA, com UH de 100 a 72; A, de 71 a 60; B, de 59 a 30, e C, de 29 a 0. Neste trabalho, os valores de UH variaram de 88,36 a 90,63, quando foi utilizado CE, e de 87,89 a 90,58 na ausência de CE, correspondendo, portanto, ao tipo AA.

As características de qualidade externa da casca dos ovos não sofreram influência estatística significativa da presença de arroz nas dietas. Diferentemente, Gopinger et al. (2014) encontraram valores aumentados para a gravidade específica com a adição de arroz integral, assim como para a espessura e para o percentual de casca.

Com a inclusão de 50% de arroz integral na dieta, os ovos das aves que foram alimentadas com a dieta CCE apresentaram largura significativamente maior do que os ovos daquelas alimentadas com dieta SCE, 25,86 e 25,22 mm, respectivamente ($P=0,039$). Em outro estudo, não foi encontrada diferença significativa ($P>0,05$) para largura e altura dos ovos, pois, uma vez que a densidade energética não alterou os constituintes dos ovos entre os tratamentos, as dimensões dos ovos também não foram afetadas (MOURA et al., 2010).

Neste trabalho, os valores de índice morfológico encontrados com o uso das dietas SCE ficaram entre 77,85 e 80,01% e nas dietas CCE, 78,01 e 79,38%. Tais valores podem estar relacionados ao melhor aproveitamento proteico das dietas para a formação dos principais constituintes do ovo (gema e albúmen). Por fim, a gravidade específica (ligada à quantidade e tamanho dos poros da casca) apresentou valores entre 1068 e 1074 neste estudo, o que é considerado baixo (PEEBLES; MCDANIEL, 2013), podendo comprometer a estocagem e a vida de prateleira dos ovos.

CONCLUSÕES

O arroz integral descascado e não-polido pode ser utilizado na dieta de codornas japonesas em nível de até 25% sem a necessidade de adição de pigmentantes e o uso de complexo enzimático na mesma dieta promove desempenho semelhante ao obtido com o uso de dietas com milho e farelo de soja, medido através da produção e da massa de ovos. Porém, a coloração da gema é afetada negativamente pelo uso do arroz tanto com quanto sem complexo enzimático.

REFERÊNCIAS

ALBINO, L. F.T.; BARRETO, S. L. T. Codornas: criação de codornas para produção de ovos e carne. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. p.289.

ARAÚJO, D. M.; SILVA, J. H. V.; MIRANDA, E. C.; ARAUJO, J. A.; COSTA, F. G. P.; TEIXEIRA, E. N. M. Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.5, p.843-848. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000500010>.

ARAÚJO, N. **Successful Farming**, 2016. Disponível em: <http://sfagro.uol.com.br/ovo-e-consumido-em-98-das-casas-mas-brasileiro-ainda-compra-errado/>. Acesso em: 10 dez 2018.

BARBOSA-FILHO, J. A. D.; SILVA, I. J. O.; SILVA, M. A. N.; SILVA, A. J. M. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. *Engenharia Agrícola*. v.27, n.1, p.93-99. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000100002>.

BARLETTA, A. Introduction: current market and expected developments. In: MICHAEL R. et al. *Enzymes in farm animal nutrition*. 2nd ed. International. 2010. p. 329.

CARDOSO, D. M.; MACIEL, M. P.; PASSOS, D. P.; SILVA, F. V.; REIS, S. T.; AIURA, F. S. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. *Archivos de Zootecnia*, v.60, n.232, p. 1053-1064. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000400021>.

COSTA, F. G. P.; BRANDÃO, P. A.; BRANDÃO, J. S.; SILVA, J. H. V. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. *Ciência e Agrotecnologia*. v.31, n.3. p. 865-870. 2007.

COSTA, F. G. P.; SOUZA, C. J.; GOULART, C. C.; LIMA NETO, R. C.; COSTA, J. S.; PEREIRA, W. E. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo óleos de soja e canola. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.8, p.1412-1418. 2008.

EUROPEAN COMMISSION. Collection of information on enzymes. Final Report. Federal Environment Agency Austria/ Inter-university Research Center for Technology, Work and Culture (IFF/IFZ). P.396. 2002.

FILGUEIRA, T. M. B.; FREITAS, E. R.; QUEVEDO FILHO, D. R.; FERNANDES, D. R.; WATANABE, P. U.; OLIVEIRA, A. N. Corn replacement by broken rice in meat-type quail diets. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.16, n.4, p.345-350, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-635x1604345-350>.

FREI, M.; BECKER, K. Agro-biodiversity in subsistence-oriented farming systems in a Philippine upland region, *Biodiversity and Conservation* v.13, p.1591-1610, 2004.

GOPINGER, E.; MORAES, P.; CATALAN, A. A. S.; XAVIER, E. G.; CASTRO, M. L. S.; SCHAFHAUSER JR, J. Whole rice in japanese quails' diet. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, v.36, n.4, p.363-367, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i4.24504>.

HARDINI, D. The nutrient evaluation of fermented rice bran as poultry feed. *International Journal of Poultry Science*, v.9, n.2, p.152-154, 2010.

JIMÉNEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the diet on gizzard pH and nutrient utilization in broilers at different ages. *Poultry Science* v.88, n.9, p.1925–1933, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00193>.

JUNQUEIRA, O. M.; DOMINGUES, C. H. F.; SOBRANE FILHO, S. T.; DUARTE, K. F. 2013. Enzimas na nutrição de poedeiras: tecnologias que reduzem os custos de produção sem prejudicar o desempenho das aves. Revista Avisite. Disponível em: http://www.avisite.com.br/cet/img/20130423_trabalho_3.pdf. Acesso em: 23 fev 2015.

KRABBE, E. L.; BERTOL, T. M.; MAZZUCO, H. Uso do grão de arroz na alimentação de suínos e aves. Embrapa Suínos e Aves-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2012.

MOURA, G. S.; BARRETO, S. L. T.; LANNA, E. A. T. Efeito da redução da densidade energética de dietas sobre as características do ovo de codorna japonesa. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.6, p.1266-1271, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000600013>.

NRC – National Research Council (US). Nutrient requirements of poultry. Subcommittee on poultry nutrition. 9th Revised Edition. p.155 1994.

OBA, A.; PINHEIRO, J. W.; SILVA, C. A.; CASTRO-GOMEZ, R. J. H.; BENITEZ, C. R.; UENO, F. Y.; BORGES, C. A.; ALMEIDA, M. Características produtivas, qualitativas e microbiológicas de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de complexo enzimático. Semina: Ciências Agrárias, v.34, n.6, p.4179-4186. 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl2p4179.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P.; MUNIZ, J. C. L. Panorama da cotumicultura no Brasil. Revista Eletrônica Nutritime, v.9, n.06, p.041–2049. 2012.

PEEBLES, E. D.; MCDANIEL, C. D. A practical manual for understanding the shell structure of broiler hatching eggs and measurements of their quality. Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station. Bulletin 1139. 19 p. 2013.

QUEVEDO FILHO, I. B.; FREITAS, E. R.; FILGUEIRA, T. M. B.; NASCIMENTO, G. A. J.; BRAZ, N. M.; FERNANDES, D. R.; WATANABE, P. H. Parboiled rice whole bran in laying diets for Japanese quails. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.48, n.6, p.582-588. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000600002>.

RODRIGUES, T. A.; SANTOS, V. L.; BECKER, R.; RUAS, M.; OLIVEIRA, A.; SCHAFFHÄUSER JUNIOR, J.; GENTILINI, F. P.; ANCIUTI, M. A. Arroz integral e pigmentos sintéticos sobre a qualidade externa de ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção. 11ª Mostra de Produção Universitária. Anais... FURG. Rio Grande. RS. BR. 2012.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2011. 186p.

SANTOS, V. L.; GENTILINI, F. P.; LADEIRA, S. R. L.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. Complexo enzimático e farelo de arroz integral sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção. Ciência Animal Brasileira, v.18, n.1-10, 2017. DOI: 10.1590/1089-6891v18e-18117.

SCHWARZ, K. K. Substituição de antimicrobianos por probióticos e prebióticos na alimentação de frangos de corte. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G.; COSTA, F. G. P.; RODRIGUES, P. B. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.3, p.822-829, 2006.

TAVERNARI, F. C.; CARVALHO, T. A.; ASSIS, A. P.; LIMA, H. J. D. Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.5: 673-689. 2008.

USDA. Egg-Grading Manual. United States. Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service. Agricultural Handbook Number 75.56 p. 2000.

VIDAL, T. F.; PEREIRA, A. L. F.; ABREU, V. K. G.; FREITAS, E. R.; SOUSA NETO, M. A.; Zapata, J. F. F. Egg quality and yolk lipid composition of laying hens fed diets containing cashew nut meal. *Food Science and Technology*, n.33, v.1, p.172-179, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000006>.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, v.38, n.4, p.1184-1192, 2008.