

O uso de procedimentos estatísticos para comparação da produção de ovos considerando diferentes tratamentos e linhagens de codornas

The use of statistical procedures for comparison of the production of eggs considering different treatments and lines of quails

Robson Marcelo Rossi¹; Daniela Caetano de Souza Gasparini²

Resumo

Para fazer inferências a respeito de uma população, métodos paramétricos são tradicionalmente utilizados para análises de dados amostrais supondo que estes são provenientes de populações normais, fato nem sempre ocorrido. Tal suposição induz muitas vezes a conclusões e tomadas de decisões inadequadas, especialmente quando os dados são distribuídos de forma assimétrica. Neste trabalho, buscou-se ajustar alguns modelos plausíveis para este tipo de dados, com objetivo de comparar produções de ovos em codornas de diferentes linhagens, por meio de métodos frequentistas e Bayesianos. Verificou-se nos dados analisados que os procedimentos frequentistas paramétricos e não-paramétricos, em geral, são igualmente conclusivos. Apenas o procedimento Bayesiano detectou diferença entre as linhagens amarela e vermelha, quanto à dieta de energia preconizada, e entre a azul e vermelha para o segundo grupo de eclosão. Por meio dos métodos frequentistas não foram encontradas diferenças entre as linhagens azul e vermelha, entretanto, assumindo uma distribuição de Poisson para a produção de ovos, por meio de comparações múltiplas entre as médias a posteriori sob o enfoque Bayesiano, foram encontradas diferenças entre todas as linhagens. Por ser mais sensível, além de flexível, tal procedimento detectou diferenças não percebidas pelos métodos tradicionais, entre linhagens amarela e vermelha dentro do nível de dieta de maior energia, entre a linhagem azul e vermelha dentro do segundo grupo de eclosão e também de modo geral. Concluiu-se que aves da linhagem amarela apresentam maior produção de ovos, independentemente do grupo de eclosão e da dieta. Tais resultados levantam a discussão da utilização adequada de métodos e procedimentos para análise estatística de dados.

Palavras-chave: Assimetria. Codornas. Inferência bayesiana. Produção de ovos.

Abstract

To make inferences concerning a population, parametric methods are traditionally used for sample data analysis assuming that these come from ordinary populations, which not always happens. Most of the times such assumption leads to inadequate conclusions and decisions, especially when the data are distributed asymmetrically. It was aimed on this work to adjust some plausible models for this type of data, aiming to compare eggs productions in quails of different lines through frequentist and Bayesian methods. In the analyzed data it could be verified that the parametric and non-parametric frequentist procedures were, in general, equally conclusive. The Bayesian procedure was the only one which

¹ Departamento de estatística, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil; rmrossi@uem.br.

² Mestranda do Departamento de Estatística, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil.

detected difference between the yellow and red lines, regarding the preconized energy diet, and between the blue and yellow for the second eclosion group. By the frequentist methods differences between the blue and red lines were not found; however, given a Poisson distribution for the eggs production, through multiple comparisons between the posterior mean under the Bayesian focus, differences were found between all lines. For being more sensitive, besides flexible, such procedure detected differences not observed by the traditional methods between the yellow and red lines, in the higher energy diet; between the blue and the red one in the second eclosion group and in general. It was concluded that quails of the yellow line showed bigger eggs production, regardless of the eclosion group and diet. Such results raise the discussion on the appropriate use of methods and procedures for statistical data analysis.

Key words: Skewness. Quails. Bayesian inference. Egg production.

Introdução

A inferência estatística procura estabelecer conclusões referentes a uma ou mais populações, a partir das observações amostrais, com base em aspectos matemáticos de probabilidade. É possível distinguir duas correntes de pensamento bem distintos para a Inferência: o enfoque frequentista e o Bayesiano.

A interpretação frequentista baseia-se na regularidade estatística das frequências relativas e sustenta que a probabilidade de um dado acontecimento pode ser medida observando a frequência relativa do mesmo evento, em uma sucessão numerosa de amostras idênticas e independentes. A principal limitação desta teoria é só poder aplicar-se em situações que possam repetir-se indefinidamente nas mesmas circunstâncias (PAULINO; TURKMAN; MURTEIRA, 2003).

Segundo Siegel (1977), os primeiros métodos inferenciais foram as que faziam várias suposições a respeito da população da qual se extraíram os dados. Como os valores relacionados com a população são parâmetros, tais métodos são chamados paramétricos. Mais tarde surgiram outros métodos que não exigem muitas hipóteses sobre os parâmetros, são os não-paramétricos.

Os testes paramétricos fundamentam-se na suposição de que os dados observados são provenientes de uma população com distribuição de forma teórica conhecida, na maioria das vezes, a distribuição Normal. Esta possui uma função

matemática que envolve dois parâmetros: média e variância, e suas principais características são a simetria em torno da média, unimodalidade e a homocedasticidade (PAES, 2009).

Contudo, na prática são comuns situações em que não se tem o conhecimento da distribuição dos dados ou até mesmo não atendem os pressupostos de normalidade. Assim, procedimentos não-paramétricos, em geral são alternativas usuais (SPRENT; SMEETON, 2000).

Por outro lado, a metodologia Bayesiana vem sendo proposta como uma opção na análise de dados, possibilitando a obtenção de estimativas pontuais e intervalos de credibilidade para as distribuições a posteriori dos parâmetros, sem aproximações ou uso de pressuposições de normalidade, representando uma vantagem sobre os métodos frequentistas (FALCÃO et al., 2004). Outra vantagem é a possibilidade de incluir na análise não só as informações procedentes da amostra, mas também de experimentos passados e/ou experiências de especialistas através do grau de confiança no banco de dados.

Para Torman e Vigo (2007), na abordagem Bayesiana antes de qualquer dado ser coletado deve-se assumir uma distribuição de probabilidade para os parâmetros desconhecidos do modelo, a qual deve representar toda informação existente sobre estes parâmetros, a distribuição a priori. Após os dados serem observados, a informação disponível é combinada, através do Teorema de

Bayes, com a informação proveniente dos dados, que é representada pela função de verossimilhança associada à amostra observada. O que resulta na distribuição a posteriori dos parâmetros desconhecidos que fornecerá toda informação sobre estes após os dados terem sido observados. Quando não há informação disponível sobre alguns dos parâmetros, podem-se usar distribuições a priori não-informativas para os mesmos, e então os resultados da análise Bayesiana serão análogos aos resultados na análise frequentista.

A escolha de modelos para a distribuição dos dados é fundamental para que se possa retratar de forma realística a característica dos dados. A pressuposição de normalidade é utilizada usualmente nas análises de dados experimentais, entretanto, nem sempre os representa. Existem diferentes distribuições que podem se adequar às distribuições assimétricas de modo mais satisfatório do que a distribuição Normal como, por exemplo, a Poisson, a Gama ou a Skew-Normal. Em especial essa última, foi introduzida por Azzalini (1985) e representa uma classe útil de distribuições que preserva algumas propriedades da distribuição Normal e inclui distribuições assimétricas unimodais.

Neste trabalho os métodos não-paramétrico, paramétrico e Bayesiano foram utilizados para comparar produção de ovos de codornas.

Materiais e métodos

O experimento foi realizado no setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá - PR - Brasil, no período de agosto de 2006 a janeiro de 2007, com a utilização de 308, 374 e 378 codornas de postura (*Coturnix coturnix japonica*) das linhagens amarela, azul e vermelha (cor das anilhas), respectivamente, em desenvolvimento no local desde 2002 (ROSSI et al., 2009).

Foram efetuadas incubações com ovos coletados em dois períodos de oito dias, gerando dois grupos

de eclosão distintos. Os ovos foram identificados por pai e mãe de tal forma que foi possível a identificação da genealogia do pintainho ao nascimento. As aves foram anilhadas e criadas em piso com cama, recebendo ração para crescimento conforme recomendação do NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1994).

Aos 28 dias de idade foi realizada a sexagem e as fêmeas foram divididas em dois grupos, de tal forma que cada matriz teve filhas nos dois grupos. Nessa idade as aves foram alojadas em gaiolas individuais e cada grupo passou a ser alimentado com um dos tipos de ração: com nível preconizado de energia (Dieta 1: 2.900 Kcal/kg de energia metabolizável) e de baixa energia (Dieta 2: 2.500 Kcal/kg de energia metabolizável).

Os dados foram coletados a partir da primeira postura observada no lote e seguiu-se até o 90º dia de observação.

Após a análise descritiva dos dados – na qual também foram feitos os testes para normalidade de Shapiro-Wilk (CASTELLANOS; MERINO, 1989), foram realizadas as comparações das produções de ovos entre linhagens de codornas por meio da ANOVA - análise de variância paramétrica e não-paramétrica. Para representar a distribuição dos dados foram ajustadas as seguintes distribuições de probabilidade: Normal, Gama, Poisson e Skew-Normal e, em seguida, foi verificado via Kolmogorov-Smirnov o bom ajuste das curvas ao nível de 5% de significância.

Alternativamente, através da metodologia Bayesiana, por meio de distribuições a priori não-informativas para os parâmetros, foram realizadas comparações múltiplas entre as distribuições a posteriori das médias, assumindo o melhor modelo escolhido anteriormente. Consideraram-se como diferentes, ao nível de 5% de significância, as produções cujos intervalos de credibilidade para as diferenças médias não contemplam o valor zero. A obtenção das distribuições marginais a posteriori para todos os parâmetros foi por meio do pacote

BRugs do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). Foram gerados 11.000 de valores em um processo MCMC (Monte Carlo Markov Chain), considerando um período de descarte amostral de 1.000 valores iniciais, assim a amostra final contém 10.000 valores gerados. Não foram necessários saltos para eliminar autocorrelação nas amostras pois as mesmas não apresentaram tais características. A convergência das cadeias foi verificada por meio do pacote CODA do programa R, pelo critério de Heidelberger e Welch (1983).

Resultados e Discussão

Para todas as linhagens em estudo, coeficientes de assimetria menores que zero (-2,55, -1,33 e -1,53, linhagem amarela, azul e vermelha, respectivamente), revelando uma assimetria negativa (cauda acentuada à esquerda) na produção de ovos (Figura 1a). A não-normalidade dos dados foi confirmada com os resultados dos testes de Shapiro-Wilk, que apresentou $p < 0,01$ em todas as linhagens.

Assumindo normalidade nos dados, observa-se que as médias nas produções não diferem entre os grupos de eclosão nas linhagens amarela e vermelha, porém na linhagem azul, apresenta-se maior no grupo de aves nascidas da primeira eclosão. Considerando a dieta, apenas na linhagem amarela a diferença na produção média entre as aves que receberam uma ração com nível preconizado de energia e as que se alimentaram com baixa energia não foi expressiva (Tabela 1).

Figura 1 - (a) Distribuições das produções de ovos, respectivamente, das linhagens amarela, azul e vermelha. (b) Ajuste da produção de ovos, por meio das distribuições de probabilidade: Normal, Gama, Poisson e Skew-Normal - linhagem amarela.

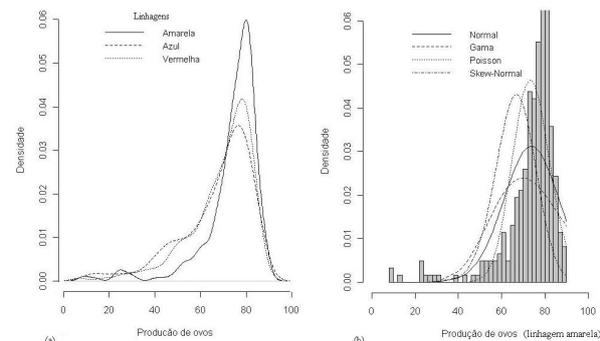


Tabela 1 - Produção média de ovos/ave por linhagem e por covariável – método frequentista paramétrico

Linhagem	Covariável				
	Grupo		Dieta	Geral	
	Primeiro	Segundo	Energia	Baixa	
			Preconizada	Energia	
Amarela	^A 73,59 ^a	^A 74,09 ^a	^A 74,28 ^a	^A 73,27 ^a	73,80 ^a
Azul	^A 68,55 ^b	^B 64,71 ^b	^A 70,19 ^b	^B 63,84 ^b	67,00 ^b
Vermelha	^A 69,75 ^b	^A 68,49 ^b	^A 71,17 ^{ab}	^B 66,93 ^b	69,19 ^b
Geral	^A 70,43	^A 68,84	^A 71,76	^B 67,59	

^{A,B}Letras maiúsculas distintas à esquerda, na linha, indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias de produção dos níveis da Covariável, por Linhagem e Geral, por meio do teste *t-Student*;

^{a,b}Letras minúsculas distintas à direita, na coluna, indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias de produção das Linhagens, por meio do teste de comparações múltiplas de Tukey.

Em relação às comparações entre as três linhagens, apenas a amarela possui uma produção média diferente (superior) das demais, em ambos os grupos de eclosão e na dieta de baixa energia. Porém, quanto à dieta com energia preconizada, a linhagem amarela difere somente da linhagem azul, sendo a linhagem vermelha igual às outras duas.

Com as produções medianas de ovos nas três linhagens (Tabela 2), por meio de testes não-paramétricos, nota-se que em todas as linhagens essas produções não diferem entre os grupos de eclosão e, com relação à dieta, ocorre o mesmo encontrado pelo teste paramétrico.

Tabela 2 - Produção mediana de ovos/ave por linhagem e por covariável – método frequentista não-paramétrico

Linhagem	Covariável				Geral
	Grupo de Eclosão		Dieta	Geral	
	Primeiro	Segundo	Energia		
			Preconizada	Energia	
Amarela	^A 77a	^A 77a	^A 77a	^A 77a	77a
Azul	^A 73b	^A 71 ^b	^A 74 ^b	^B 69 ^b	72 ^b
Vermerlha	^A 73 ^b	^A 73 ^b	^A 75a ^b	^B 70 ^b	73 ^b
Geral	^A 74	^A 74	^A 76	^B 72	

^{A,B}Letras maiúsculas distintas à esquerda, na linha, indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as produções medianas dos níveis da Covariável, por Linhagem e Geral, por meio do teste Mann-Whitney;

^{a,b}Letras minúsculas distintas à direita, na coluna, indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias de produção das Linhagens, por meio do teste de comparações múltiplas de Kruskal-Wallis.

Verifica-se que, pela metodologia paramétrica houve diferença significativa entre os grupos de eclosão para a linhagem azul, o que não foi percebido pela metodologia não-paramétrica. Entretanto,

na comparação entre as linhagens, os métodos não diferiram. A não corroboração entre métodos, muitas vezes é devido ao fato de que se assume o pressuposto de normalidade onde efetivamente não há. A prática deste procedimento é muito comum em muitas áreas, e muitas vezes por falta de conhecimento das metodologias alternativas à essa situação como, por exemplo, o uso de modelos lineares generalizados e/ou métodos Bayesianos.

Por meio do método Bayesiano, considerando as comparações entre linhagens (Tabela 3), as produções diferiram em favor da média a posteriori de produção de ovos na linhagem amarela, seguida pela vermelha. Todavia, considerando cada nível de grupo de eclosão e de dieta, notam-se diferenças significativas também em favor da linhagem amarela com relação às demais. Portanto, com exceção do segundo grupo de eclosão e produção total (Geral), as linhagens azul e vermelha não apresentam diferença significativa em suas médias a posteriori.

Tabela 3 - Produção média a posteriori de ovos/ave por linhagem e por covariável – método Bayesiano

Linhagem	Covariável				Geral
	Grupo de Eclosão		Dieta	Geral	
	Primeiro	Segundo	Energia		
			Preconizada	Energia	
Amarela	^A 73,59 ^a	^A 74,09 ^a	^A 74,27 ^a	^A 73,27 ^a	73,80 ^a
Azul	^A 68,54 ^b	^B 64,71 ^b	^A 70,19 ^b	^B 63,83 ^b	66,99 ^b
Vermerlha	^A 69,75 ^b	^A 68,49 ^c	^A 71,17 ^b	^B 66,93 ^b	69,19 ^c
Geral	^A 70,42	^A 68,84	^A 71,76	^B 67,59	

^{A,B}Letras maiúsculas distintas à esquerda, na linha, indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as produções médias a posteriori dos níveis da Covariável, por Linhagem e Geral, por meio de comparações Bayesianas;

^{a,b,c}Letras minúsculas distintas à direita, na coluna, indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as produções médias a posteriori das Linhagens, por meio do teste de comparações Bayesianas.

Verifica-se que as estimativas das produções médias obtidas pela metodologia Bayesiana foram idênticas as encontradas pela inferência frequentista paramétrica (Tabela 1 e 3). Tal fato era esperado, já que foram utilizadas distribuições a priori não-informativas para a produção de ovos. No entanto, os resultados (Tabela 4) indicam que a única discordância entre os testes nas comparações dos grupos de eclosão e dieta, deu-se na linhagem azul, na qual os grupos de eclosão diferiram significativamente para os procedimentos paramétricos frequentista e Bayesiano. Convém ressaltar, que os métodos

frequentistas não-paramétricos, utilizam estatísticas de ordem dos dados e a medida de posição utilizada, alternativamente à média, é a mediana. Dentro desse contexto, o uso de tais métodos não é muito bem visto pela comunidade científica justamente pela perda da informação da resposta original da variável de interesse. Contudo, essa mesma estatística, a mediana, pode ser utilizada em procedimentos Bayesianos sem ressalva, no intuito de se comparar distribuições principalmente quando as mesmas possuem características assimétricas.

Tabela 4 - Comparação dos grupos de eclosão e das dietas, por meio das metodologias frequentistas Paramétrica (P) e Não-Paramétrica (N-P) e da metodologia Bayesiana (B)

Linhagem	Covariável					
	Grupo de Eclosão			Dieta		
	P*	N-P*	B**	P	N-P	B
Amarela	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Azul	S	NS	S	S	S	S
Vermerlha	NS	NS	NS	S	S	S
Geral	NS	NS	NS	S	S	S

*(S) indica diferença significativa ($p < 0,05$) e (NS) não significativa, entre as produções médias e medianas dos níveis da Covariável, por Linhagem e Geral, por meio dos testes t-Student (Paramétrico) e Mann-Whitney (Não-Paramétrico), respectivamente;

** (S) indica diferenças significativas ($p < 0,05$) e (NS) não significativa entre as produções médias a posteriori dos níveis da Covariável, por Linhagem e Geral, por meio de comparações Bayesianas (B).

Por outro lado, ao observarem-se os resultados obtidos nas comparações entre as linhagens por meio das três metodologias estudadas (Tabela 5), nota-se que apenas o teste Bayesiano detectou sensivelmente diferença entre as linhagens amarela e vermelha, quanto à dieta de energia preconizada, e entre a azul e vermelha para o segundo grupo de eclosão.

A Figura 1a assim como os resultados apresentados na Tabela 3, indicam que a distribuição da produção de ovos das codornas da linhagem vermelha é intermediária entre a amarela e azul. E devido a essa proximidade, além da assimetria e dispersão dos dados, os testes frequentistas podem ser menos sensíveis a diferenças existentes entre elas.

Tabela 5 - Comparação entre as linhagens, por nível de covariável, por meio das metodologias frequentistas Paramétrica (P) e Não-Paramétrica (N-P) e da metodologia Bayesiana (B)

Covariável	Comparações								
	C1			C2			C3		
	P*	N-P*	B**	P*	N-P*	B**	P*	N-P*	B**
Grupo de eclosão 1	S	S	S	S	S	S	NS	NS	NS
Grupo de eclosão 2	S	S	S	S	S	S	NS	NS	S
Dieta 1	S	S	S	NS	NS	S	NS	NS	NS
Dieta 2	S	S	S	S	S	S	NS	NS	NS
Geral	S	S	S	S	S	S	NS	NS	S

C1: Amarela X Azul; C2: Amarela X Vermelha; C3: Azul X Vermelha;

*(S) indica diferença significativa ($p < 0,05$) e (NS) não significativa entre as produções médias e medianas das linhagens, por nível de Covariável e Geral, por meio da ANOVA e testes de comparações múltiplas de Tukey (Paramétrico) e Kruskal-Wallis (Não-Paramétrico), respectivamente;

***(S) indica diferenças significativas ($p < 0,05$) e (NS) não significativas entre as produções médias a posteriori das linhagens, por nível de Covariável e Geral, por meio de comparações múltiplas Bayesianas (B).

Os resultados mostram que, de modo geral, tanto o método frequentista Paramétrico quanto para o Não-Paramétrico, não diferenciaram quanto à produção de ovos das linhagens azul e vermelha. Isto ocorre devido à menor sensibilidade destes procedimentos em relação ao método Bayesiano.

Em geral, assumir que os dados seguem distribuição Normal pode ser inadequado, mesmo que a característica da variável de interesse seja contínua como, por exemplo, a produção de ovos. No entanto, há outras distribuições que se pode fazer uso e consequentemente uma boa análise e, em se tratando de distribuições assimétricas, a Gama, Poisson e a Skew-Normal são sugestivas.

Considerando somente a produção de ovos da linhagem amarela, verificou-se que a distribuição de Poisson foi a que melhor se ajustou aos dados ($p=0,1452$ e Figura 1b). Para as demais linhagens os resultados quanto ao ajuste dos dados foram análogos.

As estimativas de máxima verossimilhança para os parâmetros envolvidos proporcionaram o cálculo da produção média de ovos de codorna por meio das distribuições de probabilidade propostas (Tabela 6). Considerando a linhagem amarela, observam-se valores entre 72 e 74 e, portanto sem grandes variações.

Tabela 6 - Estimativas de máxima verossimilhança para os parâmetros das distribuições de probabilidade consideradas – linhagem amarela

Distribuição	Parâmetro (e.p.)			p-valor
	Produção média			
Normal	$\mu = 73,80$ (0,7281)	$\sigma = 12,78$ (0,5149)		0,00003*
Poisson	$\mu = 73,80$ (0,4895)			0,14520 ^{ns}
Gama	$\mu = 73,80$	$\alpha = 18,72$ (1,4949)	$\beta = 0,254$ (0,0205)	0,00000*
Skew-Normal	$\mu = 72,34$ (0,6233)	$\sigma = 11,11$ (0,4792)	$\lambda = -0,936$ (0,0227)	0,00100*

μ : média, σ : desvio-padrão, α : forma, β : escala, λ : assimetria, e.p.: erro-padrão, *significativo a 5%, ns: não significativo.

A linhagem amarela se mostrou superior a demais linhagens, considerando a produção de ovos, e os diferentes métodos de comparação, onde suas estimativas variaram de 73,8 a 77 ovos/codorna (Tabela 7). As linhagens azul e vermelha, cujas variações foram de 60,13 a 72 e 69,19 a 73 ovos/codorna, respectivamente, não apresentam diferenças significativas por meio da metodologia frequentista. Diferenças são detectadas nessas mesmas linhagens, de modo geral, quando é assumida uma distribuição de Poisson e comparações múltiplas são realizadas por meio da média a posteriori da distribuição do parâmetro do modelo, que representa justamente a média de produção. Entretanto, comparações como as apresentadas na Tabela 4, assumindo a distribuição de Poisson para a produção de ovos, foram análogas as da distribuição Normal. Isso não é esperado quando o tamanho amostral é baixo. Rossi et al. (2009), assumindo o modelo logístico para a produção diária de ovos, também verificaram superioridade da linhagem amarela considerando os parâmetros das curvas de probabilidade de postura.

Prioli et al. (2010) encontraram alta variabilidade genética dentro das linhagens amarela, azul e vermelha de codornas poedeiras do plantel da Universidade Estadual de Maringá. Citam que a divergência genética entre as três linhagens é baixa, mas estatisticamente significativa. Concluem que a quantidade e a distribuição da diversidade genética revelam potencial para exploração por cruzamentos entre linhagens e seleção.

Tabela 7 - Estimativas das produções de ovos/codorna por linhagem e por método

Linhagem	Método		
	Frequentista Médias	Medianas	Bayesiano Médias a posteriori
Amarela	73,80 ^a	77 ^a	73,80 ^a
Azul	67,00 ^b	72 ^b	66,98 ^b
Vermelha	69,19 ^b	73 ^b	69,19 ^c

^{a,b,c}Letras distintas indicam diferenças significativas entre as linhagens ($p < 0,05$) por meio da ANOVA e

testes de comparações múltiplas de Tukey (Frequentista paramétrico-Médias), Kruskal-Wallis (Frequentista não-paramétrico-Mediana) e Bayesiano (modelo Poisson-Médias a posteriori).

A utilização de modelos que melhor representam a característica de estudo, aliada a uma metodologia adequada também são imprescindíveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Elias Nunes Martins (DZO/UEM), pelo fornecimento dos dados e aos revisores pelos comentários.

Conclusões

Os métodos aplicados a dados de produção de ovos apresentaram resultados semelhantes e, por ser mais sensível, o Bayesiano, foi capaz de detectar algumas diferenças não percebidas pelas metodologias frequentistas paramétrica e não-paramétrica, além de ser flexível quanto à escolha de um modelo plausível para a produção de ovos – a distribuição de Poisson.

Foi possível verificar que as aves da linhagem amarela apresentam maior produção, independente do grupo de eclosão e da dieta que receberam.

Referências

- AZZALINI, A. A class of distributions which includes the normal ones. *Scandinavian Journal of Statistics*, Stockholm, v. 12, n. 2, p. 171-178, 1985.
- CASTELLANOS, R. S.; MERINO, A. P. *Psicoestadística-contrastos paramétricos y no paramétricos*. Madrid: Ediciones Piramide, 1989.
- FALCÃO, A. J. S.; MARTINS, E. N.; COSTA, C. N.; SAKAGUTI, E. S.; MAZUCHELI, J. Aplicação de métodos REML e Bayesiano via amostrador de Gibbs na estimação de componentes de variância para produção de leite no estado do Paraná. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. *Anais...* Pirassununga: SBMA, 2004. CD-ROM.

HEIDELBERGER, P.; WELCH, P. Simulation run length control in the presence of an initial transient. *Operations Research*, Baltimore, v. 31, n. 6, p. 1109-1144, 1983.

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

PAES, A. T. O que fazer quando a distribuição não é normal? *Einstein: Educação continuada em saúde*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 3-4, 2009.

PAULINO, C. D.; TURKMAN, M. A. A.; MURTEIRA, B. *Estatística Bayesiana*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003.

PRIOLI, R. A.; GASPARINO, E.; SOARES, M. A. M.; MARQUES, D. S.; BLANCK, D. V.; PRIOLI, S. M. A. Diversidade genética entre três linhagens de codorna selecionadas para produção de ovos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 62, n. 3, p. 725-731, 2010.

R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.r-project.org>

ROSSI, R. M.; MARTINS, E. N.; GUEDES, T. A.; ACORSI, C. R.; GAZOLA, S. Curvas de probabilidade de postura de codornas. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 31, n. 3, p. 319-325, 2009.

SIEGEL, S. *Estatística não-paramétrica*. Rio de Janeiro: McGraw Hill do Brasil, 1977.

SPRENT, P.; SMEETON, N. C. *Applied nonparametric statistical methods*, 3. ed. London: Chapman & Hall, 2000.

TORMAN, V. B. L.; VIGO, A. *Comparação via simulação dos estimadores clássicos e Bayesianos no modelo de coeficientes aleatórios para dados longitudinais*. 2007. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Recebido em 21 Setembro 2011 - Received on September 21, 2011.

Aceito em 16 Janeiro, 2012 - Accepted on January 16, 2012.

