

## Uso de polinômios segmentados do tipo b na modelagem da curva de crescimento em codornas de corte

Lorena Tavares de Oliveira<sup>1</sup>, Diana Carla Fernandes Oliveira<sup>1</sup>, Luciano Pinheiro da Silva<sup>2</sup>, Jeferson Corrêa Riberio<sup>3</sup>, Giovani da Costa Caetano<sup>4</sup>, Robledo de Almeida Torres<sup>5</sup>

### Resumo

O objetivo neste trabalho foi descrever a curva de crescimento de codornas de corte por meio de modelos Splines, e comparar os resultados com o modelo não linear de Gompertz. Para o desenvolvimento deste estudo foi utilizado um banco de dados de codornas de corte (*Coturnix coturnix*) do programa de Melhoramento de Aves da Universidade Federal de Viçosa, com 10 gerações de dois grupos genéticos (UFV1 e UFV2), sendo 6.724 animais da UFV1 e 6.539 da UFV2. Os dados de pesos foram coletados semanalmente, do nascimento aos 42 dias, totalizando em sete medidas de peso corporal por animal. A análise dos dados foi feita no programa SAS<sup>®</sup> 9.4.e os critérios para a escolha do melhor modelo de ajuste foram: critério de informação de Akaike (AIC), critério de informação bayesiano de Schwarz (BIC), coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), porcentagem de convergência (C%) e o quadrado médio do erro de predição (MEP). O modelo que mais se ajustou aos dados para descrição da curva de crescimento das linhagens foi o de Gompertz. As fêmeas da linhagem UFV1 e UFV2 obtiveram  $R^2$  de 99,55% e 99,56%,  $R^2_{aj}$  de 99,33% e 99,34%, MEP de 76,12 e 79,08, convergência igual a 99,97 e 100%, BIC igual a 45,83 e 45,87 e AIC de 46,00 e 46,03, respectivamente. Para os machos da linhagem UFV1 e da UFV2, o modelo de Gompertz foi o melhor modelo de ajuste. Portanto, recomenda-se o modelo de Gompertz para o ajuste de curvas de crescimento em ambas as linhagens, para ambos os sexos.

**Palavras-chave:** *Coturnix coturnix*. Modelo de Gompertz. Peso corporal. Spline

<sup>1</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal - UFVJM, Diamantina, Minas Gerais. Bolsista CNPq/Capes. E-mail: lorenazootecnista@gmail.com

<sup>2</sup>Departamento Zootecnia - UFC, Fortaleza, Ceará

<sup>3</sup>Departamento de Zootecnia- Instituto Federal Goiano, Goiânia

<sup>4</sup>Mestrando do Programa Genética e Melhoramento - UFV, Viçosa, Minas Gerais

<sup>5</sup>Departamento de Zootecnia - UFV, Viçosa, Minas Gerais

## Introdução

As codornas têm sido sugeridas como animais piloto para estudos de crescimento em aves (WILSON *et al.*, 1961) devido a seu curto intervalo entre gerações, alta produção de ovos, baixo custo de manutenção e pequena exigência de espaço. O conhecimento da curva de crescimento animal possibilita a adoção de práticas de manejo que otimiza a produção de carne, priorizando as necessidades nutricionais de cada fase de crescimento. Também podem ser empregadas para prever a idade ótima ao abate, em função da taxa máxima de crescimento. O presente estudo teve como objetivo estimar os parâmetros da curva de crescimento de codornas de corte por meio de modelos Splines, e comparar os resultados com o modelo não linear de Gompertz.

## Material e métodos

Os dados avaliados pertenciam a 10 gerações de dois grupos genéticos (UFV1 e UFV2) de codornas de corte (*Coturnix coturnix*) pertencente ao Programa de Melhoramento de Aves do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Os animais foram acasalados aleatoriamente, na proporção de 2 fêmeas para 1 macho, resultando em uma matriz de parentesco com 6.724 animais, sendo 3.207 machos e 3.517 fêmeas da linhagem UFV1 e 6.539 animais da linhagem UFV2, sendo 3.114 machos e 3.425 fêmeas. Para a formação de uma nova geração, os ovos foram incubados durante 17 dias, seguindo procedimentos apropriados para incubação.

As aves foram pesadas semanalmente do nascimento aos 42 dias de idade (P1, P7, P14, P21, P28, P35, P42) totalizando sete semanas de pesagens. As seleções baseadas em peso corporal foram realizadas no 28º dia de vida, em que foram selecionadas as 204 melhores fêmeas e os 102 melhores machos dentro de cada grupo, a cada geração, de acordo como o número de gaiolas disponíveis. Os animais selecionados foram transferidos para gaiolas galvanizadas, seguindo o critério de um macho para duas fêmeas, o acasalamento foi aleatoriamente. As codornas remanescentes foram mantidas em piso até o 42º dia de idade.

Para o início das análises dos dados, foi feita uma análise de consistência, eliminando dados discrepantes e errôneos. Os nós das regressões Splines foram estimados por meio de diagrama de dispersão, realizado por análise visual. Só depois da análise da dispersão, foi possível determinar qual o grau dos polinômios segmentados (Splines) e a quantidade de nós necessários. Para tanto, utilizou-se um Spline de ordem dois com um nó através do método dos mínimos quadrados por meio do pacote PROC MODEL do

software SAS® 9.4. Para a obtenção dos avaliadores da qualidade de ajuste, foi utilizado o procedimento PROC MODEL do software SAS® 9.4. Os critérios para a escolha do melhor modelo de ajuste foram: critério de informação de Akaike (AIC), critério de informação bayesiano de Schwarz (BIC), coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), porcentagem de convergência (C%) e o quadrado médio do erro de predição (MEP). Menores valores de AIC, BIC e MEP e maiores valores de  $R^2$ ,  $R^2_{aj}$  e C% indicam melhor ajuste.

## Resultados e discussão

Na Tabela 1 observamos os modelos analisados e os seus respectivos avaliadores de qualidade de ajuste para as linhagens UFV1 e UFV2, separadas por sexo.

Tabela 1 - Modelos e avaliadores da qualidade de ajuste para as duas linhagens separadas por sexo.

| Grupo  | Modelo   | $R^2$ (%) | $R^2_{aj}$ (%) | MEP    | %C     | BIC   | AIC   |
|--------|----------|-----------|----------------|--------|--------|-------|-------|
| Fêmeas | Spline   | 98,55     | 97,43          | 299,31 | 92,35  | 59,01 | 59,22 |
| UFV1   | Gompertz | 99,55     | 99,33          | 76,12  | 99,97  | 45,83 | 46,00 |
| Fêmeas | Spline   | 98,74     | 97,77          | 273,53 | 93,11  | 57,89 | 58,11 |
| UFV2   | Gompertz | 99,56     | 99,34          | 79,08  | 100,00 | 45,87 | 46,03 |
| Machos | Spline   | 98,35     | 97,03          | 305,95 | 95,14  | 59,83 | 60,04 |
| UFV1   | Gompertz | 99,61     | 99,41          | 60,54  | 100,00 | 43,70 | 43,86 |
| Machos | Spline   | 98,49     | 97,27          | 300,75 | 94,80  | 59,74 | 59,95 |
| UFV2   | Gompertz | 99,61     | 99,41          | 64,50  | 100,00 | 44,08 | 44,24 |

$R^2$  = coeficiente de determinação;  $R^2_{aj}$  = coeficiente de determinação ajustado; MEP = erro quadrático médio de predição; C% = porcentagem de convergência; AIC = critério de informação de Akaike; BIC = critério bayesiano de Schwarz.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Analisando as fêmeas da linhagem UFV1, observamos que o melhor modelo foi o de Gompertz, pois apresentou os menores valores para BIC, AIC, MEP e maiores valores para  $R^2$ ,  $R^2_{aj}$ , além de ser o modelo que obteve maior número de convergência. Para a linhagem UFV2, ainda considerando apenas as fêmeas, o modelo de Gompertz foi o que obteve melhor desempenho em todos os avaliadores utilizados nesse estudo, além de obter 100% de

convergência dos valores estimados, resultados estes que estão de acordo com Mazzini *et al.* (2005) e Oliveira *et al.* (2000).

Considerando os critérios para qualidade de ajuste dos modelos, observa-se que o  $R^2$  não seria um bom indicador para escolha dos modelos, pois todos apresentaram valores altos e semelhantes, resultado também encontrado por Drumond *et al.* (2013).

Ao considerarmos os machos pertencentes à linhagem UFV1, o modelo de Gompertz acompanhou a tendência das fêmeas, obtendo os maiores valores de  $R^2$  e  $R^2_{aj}$  e menores valores de MEP, AIC e BIC e 100% de convergência dos animais. Para os machos da linhagem UFV2, o modelo de Gompertz foi unânime quanto à qualidade de ajuste avaliada pelos indicadores utilizados.

Na literatura, o modelo de Gompertz também foi o mais adequado para ajustar a curva de crescimento de codornas de corte (DRUMOND *et al.*, 2013) e codornas japonesas (NARINC *et al.*, 2010).

O modelo que utilizou Spline com um nó não foi o mais parcimonioso em descrever a curva de crescimento de codornas de corte. O modelo foi penalizado por usar um parâmetro a mais no modelo ao considerar o BIC. Todavia, por se tratar de uma função composta, a partir de uma série de modelos lineares, é possível ser utilizado para compartimentar o crescimento em segmentos e também substituir como uma alternativa aos modelos assintóticos quando os dados são truncados antes da assíntota ser atingida (AGGREY, 2002).

## Conclusões

O modelo de Gompertz foi o mais adequado para ajustar a curva de crescimento de codornas de corte em ambos os sexos para as duas linhagens, quando comparado com o Spline linear com um nó.

## Referências

- AGGREY, S. E.; Comparison of Three Nonlinear and Spline Regression Models for Describing Chicken Growth Curves. **Poultry Science**, v. 81, p. 1782-1788, 2002.
- DRUMOND, E. S. C.; GONÇALVES, F. M.; VELOSO, R. C. Curvas de crescimento para codornas de corte. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1872-1877, 2013.
- MAZZINI, A. R. A.; MUNIZ, J. A.; SILVA, F. F. Curva de crescimento de novilhos Hereford: heterocedasticidade e resíduos autor regressivos. **Ciência Rural**, v. 35, p. 422-427, 2005.

NARINC, D.; KARAMAN, E.; FIRAT, M. Z. Comparison of non-linear growth models to describe the growth in japanese quail. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, , p. 1961-1966, 2010.

OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B.; PEREIRA, C. S. Comparação de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, ,p. 1843-1851, 2000.

WILSON, W. O.; ABBOTT, U. K.; ABPLANALP, H. Evaluation of *Coturnix* (Japanese Quail) as a pilot animal for poultry. **Poultry Science**, v. 40, p. 651-657, 1961.