

X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal
Uberaba, MG – 18 a 23 de agosto de 2013

Busca por estruturas causais entre características de desempenho, fertilidade e qualidade de ovos em codornas de corte¹

Raphael Rocha Wenceslau², Vivian Paula Silva Felipe³, Martinho de Almeida e Silva², Rodrigo Mezêncio Godinho², Alex Rodrigues da Silva Serafim⁴

¹Trabalho financiado pela FAPEMIG

²Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFMG, Belo Horizonte. Bolsista da CAPES. e-mail: rwenceslau@hotmail.com

³Animal Science Department – UW, Madison, EUA.

⁴Graduação em Medicina Veterinária – UFMG, Belo Horizonte. Bolsista da CAPES.

Resumo: Nesse estudo o algoritmo IC foi aplicado para conhecimento da relação causal entre características de desempenho, produção de ovos e qualidade de ovos em codornas de corte. Foram utilizadas para a análise 2470 observações de peso aos 35 dias de idade (P35) de codornas de corte da linhagem EV2, assim como, 205 observações para as características idade ao primeiro ovo (IPO), produção total de ovos até os 175 dias de idade (PO175), peso médio dos ovos (PMO) e densidade média dos ovos (DMO). Observou-se que a idade ao primeiro ovo é causada pelo peso aos 35 dias de idade. Ainda, a produção total de ovos aos 175 dias de idade é causada diretamente pela IPO, PMO e P35 e, indiretamente, também, pelo P35 via IPO. A característica de densidade média do ovo não apresentou nenhuma associação causal com as demais características. A presença da relação de causa entre a produção total de ovos aos 175 dias de idade em codornas de corte e o peso dos animais aos 35 dias de idade pode ser explorada para gerar mudança nos fenótipos da primeira por meio de intervenções que modifiquem os valores da segunda.

Palavras-chave: algoritmo IC, associação causal, associação fenotípica, causalidade, codornas de corte, rede causal

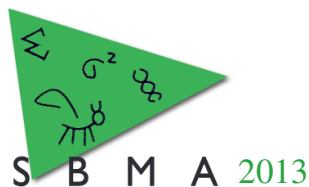
Inferring phenotype networks in meat type quails using the IC algorithm

Abstract: The IC algorithm was applied in order to obtain the causal association between performance, fertility and egg quality traits in meat type quails. For the analysis, 2470 observations of body weight at 35 days (P35) of age, and 205 observations of age at first egg (IPO), total egg production (PO175), average egg weight (PMO) and average egg specific gravity (DMO) were used. It was observed that the trait IPO is caused by the P35. Still, the PO175 is directly caused by IPO, PMO and P35, and indirectly caused by P35 through the IPO path. The average egg density doesn't have any cause association with the other traits. The presence of the causal relation between PO175 and P35 can be explored to achieve desired changes in the former by means of interventions that modify the values of the later.

Keywords: causal association, causality, meat type quails, IC algorithm, phenotype association, phenotype networks

Introdução

O estudo das relações causais entre variáveis pode gerar mais informação do que a obtenção de medidas de associações lineares simples, como, por exemplo, correlações fenotípicas entre características. Esse conhecimento permite quantificar mudanças causadas por intervenções no sistema, o que proporciona a habilidade de prever e controlar eventos futuros (Pearl, 2009; Valente et al., 2011). Especialmente em ciência animal, em que é muito importante o planejamento de práticas de manejo, existe um grande interesse em prever efeitos de mudanças aplicadas ao sistema de produção, por exemplo, os efeitos de diferentes níveis nutricionais de dietas sobre características de produção e os seus efeitos indiretos sobre outras características (Rosa e Valente, 2012). Uma alternativa para a inferência de relações causais utilizando dados observacionais são os modelos de equações estruturais (SEM), que fazem possível a quantificação da magnitude de cada relacionamento causal por meio de parâmetros chamados de coeficientes estruturais (Valente et al., 2010, Rosa et al., 2011). Para ajuste do SEM é necessário identificar a estrutura causal *a priori*, o que pode ser um pouco complexo, principalmente, quando o número de variáveis estudadas é grande, o que torna a utilização de métodos de comparação de



X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal Uberaba, MG – 18 a 23 de agosto de 2013

modelos bem trabalhosa. Assim, normalmente a escolha da estrutura causal é baseada em conhecimento biológico sobre as características ou ordem temporal. Alternativamente, existem algoritmos como o *Inductive Causation* (IC) que, ao explorar o espaço de estruturas causais por meio das distribuições conjuntas entre variáveis e uma sequência de perguntas sobre as correlações parciais entre elas, retornam gráficos acíclicos direcionados que descrevem relações causais recursivas entre as características (Rosa e Valente, 2012). Os modelos de equações estruturais foram propostos para a aplicação em melhoramento animal por Gianola e Sorensen (2004) e o algoritmo IC foi utilizado pela primeira vez nesse mesmo contexto por Valente et al. (2010). Nesse estudo, o algoritmo IC foi aplicado para conhecimento da relação causal entre características de desempenho, produção de ovos e qualidade de ovos em codornas de corte.

Material e Métodos

Foram utilizadas para a análise 2470 observações de peso aos 35 dias de idade (P35) de codornas de corte da linhagem EV2, assim como, 205 observações para as características idade ao primeiro ovo (IPO), produção total de ovos até os 175 dias de idade (PO175), peso médio dos ovos (PMO) e densidade média dos ovos (DMO). Os ovos foram coletados diariamente a partir do 36º dia de idade até os 175 dias de idade dos animais, mas para a análise das últimas duas características foram usadas 12 observações correspondentes a três ovos coletados a cada período de 35 dias. As codornas foram criadas em boxes no chão até os 35 dias, e aquelas que teriam informações sobre produção de ovos coletadas foram alojadas em gaiolas individuais após essa idade. Os animais foram alimentados com dietas que continham diferentes níveis de proteína bruta, sendo esses 27, 28, 29, 31 e 33 por cento da dieta. O arquivo de pedigree continha 3015 animais. A edição e testes de consistência dos dados foram feitos nos softwares Acces (2003) e R (R Core Team, 2013). Para obtenção das amostras *a posteriori* da matriz de variância e covariância residual, necessárias para o algoritmo IC, foi feito o ajuste do modelo animal multicaracterísticas por meio do software Gibbs1f90 (Misztal, 2013) e Postgibbsf90 (Misztal, 2013), considerando no modelo os efeitos sistemáticos de sexo (apenas para o peso aos 35 dias de idade) e nível de proteína bruta na dieta, além do efeito genético aditivo direto e do resíduo. A distribuição *a priori* Wishart Invertida foi atribuída para a variância genética aditiva direta e residual, e uma distribuição uniforme foi assumida para os efeitos sistemáticos. O algoritmo IC foi executado por meio de rotinas escritas em linguagem R.

Resultados e Discussão

O gráfico acíclico direcionado que representa as estruturas causais recursivas entre os fenótipos das características estudadas e que foi obtido como saída do segundo passo do algoritmo IC é:

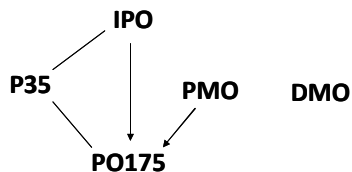
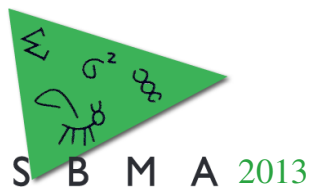


Figura 1. Gráfico acíclico direcionado representando as possíveis estruturas causais entre as características P35, IPO, PO175, PMO e DMO obtidas por meio do algoritmo IC.

Pode-se observar que há traços não direcionados, uma vez que os diferentes modelos que expressam o fluxo causal entre as características (Figura 1) são equivalentes em verossimilhança. Apesar de que estatisticamente as diferentes estruturas não podem ser diferenciadas, com algum conhecimento biológico a cerca das características, como, por exemplo, a existência de uma sequência temporal para manifestação das mesmas, pode-se reduzir ainda mais o número de estruturas causais possíveis (Rosa e Valente, 2012). No caso do presente estudo, a IPO e a PO175 ocorrem posteriormente aos 35 dias de idade, assim o sentido do fluxo causal deve ser de P35 para essas, o que resulta na seguinte estrutura causal:



X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal
Uberaba, MG – 18 a 23 de agosto de 2013

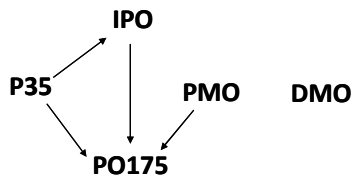


Figura 2. Estrutura causal obtida entre as características P35, IPO, PO175, PMO e DMO depois de considerado o conhecimento de sequência temporal entre P35, IPO e PO175.

De acordo com a estrutura causal considerada (Figura 2), podemos observar que a idade ao primeiro ovo é causada pelo peso aos 35 dias de idade. Ainda, a produção total de ovos aos 175 dias de idade é causada diretamente pela IPO, PMO e P35 e, indiretamente, também, pelo P35 via IPO. A característica de densidade média do ovo não apresentou nenhuma associação causal com as demais características. Assim, podemos inferir que intervenções externas que causassem mudança no peso das codornas aos 35 dias de idade, como, por exemplo, a mudança no manejo alimentar dos animais, também, acarretariam mudanças nas características IPO e PO175. A quantificação dessas mudanças pode ser obtida ao se ajustar, por exemplo, o modelo de equações estruturais. Estudos que aplicaram o SEM após busca de estruturas causais pelo algoritmo IC já foram publicados por alguns autores (Valente et al., 2010; Valente et al., 2011).

Conclusões

A presença da relação de causa entre a produção total de ovos aos 175 dias de idade em codornas de corte e o peso dos animais aos 35 dias de idade pode ser explorada para gerar mudança nos fenótipos da primeira por meio de intervenções que modifiquem os valores da segunda. Para quantificar a força dessa mudança devem ser utilizados modelos que englobem a interpretação de associações causais entre fenótipos, como por exemplo, o modelo de equações estruturais.

Literatura citada

- GIANOLA, D.; SORENSEN, D. Quantitative genetic models for describing simultaneous and recursive relationships between phenotypes. *Genetics*, v.167, p.1407-1424, 2004.
- PEARL, J.: **Causality: Models, Reasoning and Inference**. 2.ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009.
- ROSA, G.J.M.; VALENTE, B.D. Breeding and Genetics Symposium: Inferring causal effects from observational data in livestock. *Journal of Animal Science*, v.91, p.553-564, 2012.
- ROSA, G.J.M.; VALENTE, B.D.; DE LOS CAMPOS, G.; et al. Inferring causal phenotype Networks using structural equation models. *Genetics Selection Evolution*, vol.43, p.6, 2011.
- VALENTE, B.D.; ROSA, G.J.M.; DE LOS CAMPOS, G.; et al. Searching for recursive causal structures in multivariate genetic mixed models. *Genetics*, vol.185, p.633-644, 2010.
- VALENTE, B.D.; ROSA, G.J.M.; SILVA, M.A.; et al. Searching for phenotypic causal networks involving complex traits: an application to European quail. *Genetics Selection Evolution*, vol.43, p.37, 2011.