

Seleção direta e indireta e de índices de seleção em linhagens de frango de corte

Direct and indirect selection and index selection in broiler line

Stela Adami Vayego^{1*}; Nelson José Laurino Dionello²;
Elsio Antonio Pereira de Figueiredo³

Resumo

Foram comparados métodos de seleção direta e indireta e índices de seleção relacionados com características produtivas em linhagens paterna e materna de matrizes de frango de corte, utilizando-se informações de 1962 fêmeas da linhagem materna e 3870 machos da linhagem paterna de frangos de corte. Na linhagem paterna, a seleção por meio de $I_1 = 1,67(P42) + 1,02(CPeito)$ corresponderia a ganhos genéticos por geração, em relação à média da característica, de 10,86% e 10,42%, respectivamente. Na linhagem materna, a seleção por meio de $I_1 = 0,005(P42) - 0,018(IMS)$ corresponderia a ganhos genéticos por geração, em relação à média da característica, de 2,9% e -0,1%, respectivamente. A seleção por índices de seleção pode resultar em melhores ganhos genéticos que os observados em procedimentos de seleção direta e indireta, podendo atingir com maior eficiência e rapidez os objetivos do programa de melhoramento em frango de corte.

Palavras-chave: Frango de corte, ganho genético, índice de seleção

Abstract

Selection methods were compared direct and indirect selection and index selection related to productive traits, using information from 1962 female and 3870 male in maternal and paternal broiler line. Index selection can result in better genetic gains observed in the procedures for direct and indirect selection. In the paternal line, the selection by $I_1 = 1.67(P42) + 1.02(Cpeito)$ correspond to expected genetic gain per generation, compared to the average feature of 10.86% and 10.42%. In the maternal line, the selection by $I_1 = 0.005(P42) - 0.018(IMS)$ correspond to expected genetic gain per generation, compared to the average feature of 2.9% and -0.1%, respectively.

Key words: Broilers breeder, genetic gain, selection index

¹ Prof^a Adjunto, Dept^o de Estatística, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, PR. E-mail: vayego@ufpr.br

² Prof. Adjunto, Dept^o de Zootecnia, Universidade Federal do Pelotas, UFPel, Pelotas, RS. E-mail: dionello@ufpel.tche.br

³ Pesquisador, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. E-mail: elsio@cnpsa.embrapa.br

* Autor para correspondência

Introdução

Os programas de melhoramento genético têm como objetivo a obtenção de populações com genótipos superiores para uma combinação de características de interesse econômico utilizando-se métodos como as seleções diretas ou indiretas para determinadas características como estratégias, com a finalidade de obter ganhos genéticos significativos, embora, a existência de correlações genéticas entre as características, especialmente se negativas, possa fornecer uma resposta na direção não desejada (FERREIRA, 2012).

Nos programas de seleção de frangos de corte se recomenda a seleção de linhas paternas (GAYA et al., 2007) e maternas principalmente pela correlação negativa (SCHMIDT; FIGUEIREDO, 2004) existente entre pesos corporais e produção de ovos o que não permite que a seleção seja realizada em apenas uma população (MOURÃO et al., 2008).

De acordo com Ledur et al. (2011), a seleção direta e a resposta correlacionada, principalmente para características de adaptação, são importantes nos programas de seleção de frangos de corte, pois os problemas de ascite, discondroplasia tibial, infertilidade, mortalidade embrionária e qualidade de carne podem inviabilizar a produção de frangos com alto desempenho. Segundo o mesmo autor, na seleção de linhas paternas enfatizam-se as características de peso corporal, conversão alimentar, viabilidade geral e específica, rendimento de carcaça, rendimento de peito, gordura na carcaça, empenamento e ausência de defeitos, priorizando a seleção individual especialmente para o peso corporal que normalmente apresenta boa herdabilidade, como por exemplo, o valor de $0,38 \pm 0,02$ encontrado por Gaya et al. (2007). Já para as linhas maternas, além das características de peso corporal e conversão alimentar, são enfatizadas características de viabilidade geral e específica, fertilidade, eclodibilidade, produção de ovos incubáveis, empenamento e ausência de defeitos, priorizando então a seleção familiar em razão

destas características de modo geral apresentarem baixas herdabilidades. No processo como um todo podem ocorrer algumas respostas correlacionadas indesejáveis, decorrentes da seleção para alta taxa de crescimento, como deposição excessiva de gordura, problemas de fraqueza de pernas e ascite, demonstrando que o sistema circulatório da ave nem sempre suporta a grande massa corporal que lhe é imposta.

Uma alternativa é a seleção por meio de índices de seleção que pode fornecer material genético mais produtivo e adaptado às condições ambientais, pois consiste em estabelecer um critério de seleção que é uma combinação linear das características de interesse, cujos coeficientes de ponderação são estimados de modo a maximizar a correlação entre o índice e o agregado genotípico (H), sendo este uma função linear dos valores genéticos dos candidatos à seleção ponderados pelos respectivos valores econômicos de cada característica (CUNNINGHAM; MOEN; GJEDREM, 1970).

Vários autores têm trabalhado com índices de seleção e obtido progresso genético significativo combinando características como peso corporal em diversas idades, ângulo, peso e comprimento de peito, peso e comprimento de perna, conversão e eficiência alimentar (SINGH; SINGH, 2000; MALLIK et al., 2003; MALLIK et al., 2005; SUKHVINDER; SINGH; DHIRENDRA, 2005; PANDEY; SINGH, 2006) em linhagens paternas e peso corporal, idade à maturidade sexual, produção e peso de ovos (BARWAL; BHADULA; SINGH, 1993; SINGH et al., 1999; MALLIK et al., 2005; CRUZ et al., 2013) em linhagens maternas.

A principal limitação na aplicação de índices de seleção é atribuída a imprecisões nas matrizes de variância e covariância genéticas e fenotípicas, com as mudanças decorrentes da seleção (LIN, 1978). Em razão de alterações provocadas pela seleção por índices, torna-se necessária a reconstrução do índice a cada ciclo de seleção (WHITE; HODGE, 1989).

Em função do exposto o presente trabalho teve

por objetivo estudar as diferenças entre seleção direta, indireta ou o uso de índices de seleção em características de importância econômica em linhagens paterna e materna de frango de corte do Banco Ativo de Germoplasma para Aves de Corte, da EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia/SC.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido utilizando-se informações obtidas em 3870 aves da linhagem paterna e 1962 aves da linhagem materna, gerando uma matriz de parentesco, respectivamente com 54.572 fêmeas puras da linhagem materna, referente ao período de 1998 a 2003, produzindo 5 gerações e 46.517 machos puros da linhagem paterna de frangos de corte, do período de 1992 a 2003, produzindo 12 gerações, do Banco Ativo de Germoplasma para Aves de Corte, da EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia/SC, tendo como objetivo manter sob seleção as linhas puras de frango de corte que dão origem aos produtos EMBRAPA 021 e EMBRAPA 041 e mais as linhas puras de controle de interesse para pesquisa em genética e melhoramento de aves.

No presente trabalho foram avaliadas aos 42 dias de idade, as características peso corporal (P42), comprimento de peito (CPeito), largura maior (Larg1) e menor (Larg2) do peito, para a linha paterna e as características peso corporal aos 42 dias de idade (P42), idade à maturidade sexual (IMS), produção de ovos acumulada até a 35ª semana (PD35) e até a 64ª semana (PD64) de idade, para a linha materna.

Visando a utilização de um procedimento frequentista semelhante ao utilizado por outros autores (GAYA et al., 2006; MOURÃO et al., 2008) para a estimação dos componentes de variância e covariância escolheu-se o programa DFREML (MEYER, 1988), que emprega o AM-BLUP, optando-se pelo pacote DXMUX. Para analisar o potencial seletivo de uma característica, ou seja, a eficiência com que uma característica pode responder à (irmãs inteiras) foi calculado por:

$$\Delta G = \frac{h}{2} \sqrt{\frac{n}{1 + (n-1)\frac{h^2}{2}}} \cdot i \cdot \sigma_A$$

e na linhagem paterna (seleção individual) por:

$$\Delta G = i \sigma_A h, \text{ em que:}$$

ΔG = ganho genético ou resposta à seleção por geração;

i = intensidade de seleção ($i=1,5158$ na linhagem materna e $i=2,4209$ na linhagem paterna);

σ_A = desvio padrão genético aditivo direto;

h = raiz quadrada da herdabilidade (h^2) da característica e

n = número de irmãos por família.

O cálculo da resposta correlacionada com a finalidade de verificar como a seleção para uma característica pode influenciar a outra geneticamente correlacionada foi obtido pela fórmula (FERREIRA, 2012):

$$CR_Y = i_X \cdot h_X \cdot r_{A_{XY}} \cdot \sigma_{A_Y}, \text{ em que:}$$

RC_Y = resposta correlacionada em Y, quando se seleciona por X;

i_X = intensidade de seleção aplicada em X;

h_X = raiz quadrada da herdabilidade de X;

$r_{A_{XY}}$ = correlação genética entre as características X e Y;

σ_{A_Y} = desvio-padrão genético da característica Y.

A seleção baseada no índice de seleção foi realizada utilizando-se o índice clássico proposto por e Hazel (1943) e Smith (1983), em que o índice (I) e o agregado genotípico (H) são descritos por:

$$I = b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_q x_q = \sum_1^q b_i x_i$$

$$H = w_1 a_1 + w_2 a_2 + \dots + w_q a_q = \sum_1^q w_i a_i$$

em que:

q = é o número de características incluídas no índice de seleção;

x_i = é o valor fenotípico da i -ésima característica, $i = 1, \dots, q$;

b_i = são os coeficientes de ponderação do índice de seleção ou ponderador de uma característica;

a_i = é o valor genético aditivo da i -ésima característica e

w_i = é o peso econômico, nesse estudo foi utilizado o modelo de igual ênfase de Hazel (1943), com $(w_i = \frac{1}{\sigma_{P_i}})$ sendo σ_{P_i} o desvio-padrão fenotípico da i -ésima característica;

A acurácia do índice e o ganho genético no agregado genotípico foram obtidos por:

$$r_{IH} = \sqrt{\frac{\sigma_I^2}{\sigma_H^2}} = \sqrt{\frac{b'Pb}{w'Gw}} \text{ e } \Delta G_H = i \cdot r_{IH} \cdot \sigma_H,$$

em que:

σ_I^2 = é a variância do índice de seleção;

σ_H^2 = é a variância do agregado genotípico;

P = é a matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas;

G = é a matriz de variâncias e covariâncias genéticas;

ΔG_H = é o ganho genético no agregado genotípico;

i = é a intensidade de seleção;

r_{IH} = é a correlação entre o índice e o agregado.

A mudança genética (ΔG_i) em cada característica envolvida no agregado resultante da seleção praticada no índice será:

$$\Delta G_i = i b_{gil} \sigma_I = i \frac{\sigma_{gil}}{\sigma_I}, \text{ em que:}$$

$\sigma_{gil} = \text{cov}(g_i, b'x) = b' \text{cov}(g_i, x) = b'G_i$, em que G_i representa a i -ésima coluna da matriz G , sendo $G = [G_1, G_2, \dots, G_q]$.

Assim, o vetor de resposta à seleção para cada característica de H é obtido, diretamente a partir da equação

$$\Delta G = [\Delta G_1, \Delta G_2, \dots, \Delta G_q] = i \frac{(b'G)}{\sqrt{b'Pb}}$$

A resposta correlacionada (ΔX_i) nas características não envolvidas no índice quando a seleção é baseada em I será:

$$\Delta X_i = i \cdot b_{X_i I} \cdot \sigma_I,$$

$$\Delta X_i = i b_{X_i I} \sigma_{X_i} = i \frac{[\text{cov}(I, X_i)]}{\sigma_I}.$$

No procedimento proposto por Cunningham, Moen e Gjedrem (1970) para avaliar a importância das características incluídas no índice de seleção, um novo índice será construído eliminando-se a primeira variável do índice original. O novo índice reduzido conterá um vetor ($q - 1$) de valores de b , que são obtidos por meio da solução do sistema de equações, em forma matricial;

$Sb = Ro$, em que:

S é uma matriz $[(q-1) \times (q-1)]$ de covariância fenotípica, obtida eliminando as primeiras linha e coluna de P ;

Ro é um vetor $(q-1)$, resultante da eliminação da primeira linha do vetor Gw .

A variância desse novo índice e sua correlação com o agregado genotípico H , serão dados por:

$$\sigma_{I^*}^2 = B'SB \text{ e } r_{H^*} = \sqrt{\frac{B'B}{\sigma_H^2}}.$$

A diferença entre r_{IH} e r_H^* fornece a importância da característica excluída no índice original.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentadas as respostas por geração conforme seleção realizada em cada característica, para a linhagem paterna.

Com relação a seleção direta e correlacionada, a característica de maior potencial seletivo foi o peso

corporal aos 42 dias de idade (0,19kg/geração), que representou um ganho genético por geração de seleção de 7,40% em relação à média. Em razão das altas correlações genéticas positivas entre peso aos 42 dias de idade e características de peito, a seleção por P42 proporcionou respostas correlacionadas favoráveis sobre o comprimento e largura maior e menor do peito, da ordem de 0,78, 0,51 e 0,39 cm/geração, respectivamente. Assim, aves com elevado peso aos 42 dias de idade tendem apresentar maior área de peito, o que é desejável em uma linhagem de corte.

Tabela 1. Estimativas de ganho genético por geração, em valor absoluto e em relação à média, para as características em estudo para linhagem paterna de frangos de corte, do período de 1992 a 2003, do Banco Ativo de Germoplasma para Aves de Corte, da EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia/SC.

| Característica | Ganho genético por geração | Ganho genético por geração, em relação à média da característica (%) |
|----------------|----------------------------|--|
| P42 | 0,19 kg | 7,40 |
| CPeito | 0,78 cm | 5,59 |
| Larg1 | 0,51 cm | 5,96 |
| Larg2 | 0,39 cm | 7,37 |

P42= peso vivo aos 42 dias de idade; CPeito= comprimento de peito; Larg1= largura maior do peito; Larg2= largura menor do peito.

Fonte: Elaboração dos autores.

A seleção a favor de elevado peso corporal, entretanto, não deve ser realizada de maneira indiscriminada, uma vez que é de amplo conhecimento na atividade avícola que aves muito pesadas tendem a reduzir suas características de reprodução (SCHMIDT; FIGUEIREDO, 2004), já que o aumento indiscriminado de peso pode levar a maior número de lesões no sistema locomotor da ave e desta forma diminuir os índices produtivos e aumentar o número de descartes (GAYA et al., 2006). Os mesmos autores e Rance, McEntee e McDevitt (2002) comentam que a deposição de gordura abdominal é outra característica que sofre influência indireta da seleção para elevado peso corporal, vindo a aumentar em função dos critérios de seleção empregados ultimamente e se nenhuma medida for tomada, os prejuízos resultantes poderão se agravar ao longo do tempo.

Os resultados para os índices construídos utilizando as características peso corporal aos 42 dias e comprimento e largura 1 e 2 do peito, com suas respectivas acurácias, foram:

$$I_1 = 1,67 (P42) + 1,02 (CPeito), \text{ com } r_{IH} = 0,71;$$

$$I_2 = 2,67 (P42) + 0,30 (Larg1), \text{ com } r_{IH} = 0,68;$$

$$I_3 = 2,25 (P42) + 0,45 (Larg2), \text{ com } r_{IH} = 0,65;$$

$$I_4 = 1,50 (P42) + 1,26 (CPeito) + 0,16 (Larg1), \text{ com } r_{IH} = 0,67;$$

$$I_5 = 1,67 (P42) + 1,08 (CPeito) + 0,38 (Larg2), \text{ com } r_{IH} = 0,66.$$

Na Tabela 2 encontram-se os valores da importância relativa das características incluídas em cada índice de seleção.

Tabela 2. Importância relativa das características avaliadas em relação aos diferentes índices de seleção em estudo para linhagem paterna de frangos de corte, do período de 1992 a 2003, do Banco Ativo de Germoplasma para Aves de Corte, da EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia/SC.

| Característica | Diferença entre r_{IH} e r_H * | | | | |
|----------------|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | I ₁ | I ₂ | I ₃ | I ₄ | I ₅ |
| P42 | 0,04 | 0,19 | 0,21 | 0,04 | 0,01 |
| CPeito | 0,14 | - | - | 0,07 | 0,06 |
| Larg1 | - | 0,10 | - | 0,00 | - |
| Larg2 | - | - | 0,08 | - | 0,00 |

P42= peso vivo aos 42 dias de idade; CPeito= comprimento de peito; Larg1= largura maior do peito; Larg2= largura menor do peito.

Fonte: Elaboração dos autores.

Visando conhecer a importância de cada característica incluída nos diversos índices de seleção, encontrou-se que o comprimento de peito foi a de maior importância seguida do peso aos 42 dias de idade, sendo isto importante para se conseguir a melhor combinação entre P42 e as características de peito na linhagem paterna.

Entre os índices propostos com duas características a correlação mais elevada foi observada para o I₁ apresentando um agregado genotípico de 0,71. A resposta à seleção, por meio desse índice, nas características P42 e CPeito, deverá ser 0,19kg e 0,71cm, respectivamente, o que corresponderia a ganho genético por geração, em relação à média da característica, de 7,39% e 5,09%, respectivamente. O incremento do peso corporal aos 42 dias e do comprimento de peito são desejados em uma linhagem paterna de corte, sem perda em largura de peito e isto foi verificado na seleção por meio de I₁, a qual resultaria em resposta correlacionada em Larg1 e Larg2 de 0,93cm e 0,55cm, respectivamente, correspondendo a ganho genético por geração, em relação à média da característica, de 10,86% e 10,42%.

Logo a seguir viria o I₂ com $r_{IH} = 0,68$, cuja seleção neste índice, resultaria em resposta nas características P42 e Larg1 de 0,20kg e 0,40cm, respectivamente, que corresponderia a ganho genético por geração, em relação à média da característica de 7,78% e 4,67%, respectivamente. A

resposta correlacionada em CPeito e Larg2 seria de 0,90cm e 0,70cm, respectivamente, que indicariam ganhos genéticos por geração, em relação à média da característica, de 6,45% e 13,26%. Estes resultados são importantes para a linhagem paterna semelhantes ao que foi descrito por Gaya et al. (2006) que encontraram uma boa associação genética entre as características de carcaça. A utilização deste índice apresentaria restrições pois a seleção por meio dele apresentaria importância zero para Larg1 e possivelmente interferiria na área de peito.

Para os índices propostos com a inclusão de três características, o I₄ poderia apresentar os melhores resultados, se for de interesse da empresa trabalhar desta maneira. Para este índice as respostas à seleção foram de 0,210kg, 0,71cm e 0,37cm, respectivamente, para P42, CPeito e Larg1, correspondendo ao ganho genético percentual por geração, em relação à média da característica, de 8,17%, 5,09% e 4,32%, respectivamente. A resposta correlacionada para Larg2 foi de 0,57cm ou 10,80%, com relação à média da característica. A seleção por meio de I₄ resultaria em incremento no ganho genético de peso corporal por geração, mas apresentaria considerável redução no ganho genético de largura maior de peito, o que igualmente poderia interferir na área de peito.

Mallik et al. (2003), relataram ganhos genéticos de 124,76g, 0,083° e 0,678cm, para peso

corporal, ângulo de peito e comprimento de perna, respectivamente, na seleção por meio de um índice com coeficientes de 0,569, -8,417 e -28,149, para esta três características, respectivamente, utilizando um índice com acurácia de 0,71, bastante próxima a obtida no presente trabalho. De modo geral os resultados obtidos para a linhagem paterna apresentam-se melhores quanto da utilização da metodologia de índices de seleção. Igualmente, Resende, Oliveira e Riga (1990) trabalhando com eucalipto concluem que a seleção através de índices apresentou-se superior a outras metodologias propostas, ressaltando a possibilidade de índices com restrições como alternativas para situações semelhantes a encontradas no presente trabalho. Os resultados também se assemelham a filosofia sugerida por Laske et al. (2012) que ressaltam a importância de ser colocar certas características no índice ponderando tanto o valor de herdabilidade quanto o valor econômico, na busca de uma melhor produção final no programa de melhoramento. Semelhante ao que foi concluído por Mourão et al. (2008) a importância deste estudo está no monitoramento das características de interesse econômico na linhagem paterna para ser possível a avaliação do programa de melhoramento e poderem ser estabelecidas as estratégias a serem seguidas.

Na Tabela 3 são apresentadas as respostas por geração conforme seleção realizada em cada característica, para a linhagem materna.

A característica de maior potencial seletivo foi PD64, apresentando ganho genético de 4,98% a 6,09% em relação à sua média, por geração de seleção. Contudo, não é tecnicamente nem economicamente viável a seleção de fêmeas por meio dessa característica, pois, nesse caso, selecionar-se-iam aves em final de ciclo produtivo,

embora, possa ser desejável que as fêmeas tenham elevada produção de ovos também nessa idade. Assim, é mais conveniente buscar uma resposta correlacionada eficiente em produção de ovos por meio da seleção de outras características, como por exemplo, P42.

A característica P42 foi utilizada como critério de seleção para avaliar ganhos nas características de produção encontrando-se respostas correlacionadas em IMS, PD35 e PD64, respectivamente, de 1,10 dias, -1,14% e -1,39% por geração. Estes resultados indicariam elevação na idade à maturidade sexual e decréscimo na produção de ovos, resultante dos valores moderadamente altos das correlações genéticas entre as características. Sendo assim a seleção para maior peso corporal poderia antecipar o início de produção, bem como, aumentar a produção de ovos até 35 semanas, ainda que de maneira não tão efetiva.

Os resultados para os índices propostos utilizando as características P42, IMS, PD35 e PD64, com suas respectivas acurácias foram:

$$I_1 = 0,005(P42) - 0,018(IMS), \text{ com } r_{IH} = 0,78;$$

$$I_2 = 0,003(P42) + 0,017(PD35), \text{ com } r_{IH} = 0,50;$$

$$I_3 = 0,005(P42) + 0,017(PD64), \text{ com } r_{IH} = 0,51;$$

$$I_4 = 0,003(P42) - 0,013(IMS) + 0,027(PD35), \text{ com } r_{IH} = 0,52;$$

$$I_5 = 0,003(P42) - 0,018(IMS) + 0,019(PD35), \text{ com } r_{IH} = 0,50.$$

Na Tabela 4 encontram-se os valores da importância relativa das características incluídas em cada índice de seleção.

Tabela 3. Estimativas de ganho genético por geração, em valor absoluto e em relação à média, para as características em estudo, considerando diferentes números (n) de irmãs por família, para as características em estudo para linhagem materna de frangos de corte, do período de 1998 a 2003, do Banco Ativo de Germoplasma para Aves de Corte, da EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia/SC.

| Característica | Ganho genético por geração | | | Ganho genético por geração, em relação à média da característica (%) | | |
|----------------|----------------------------|-------|-------|--|------|------|
| | n | | | n | | |
| | 4 | 6 | 8 | 4 | 6 | 8 |
| P42 (g) | 46,13 | 51,03 | 53,91 | 2,56 | 2,84 | 3,00 |
| IMS (dias) | 3,01 | 3,43 | 3,12 | 1,50 | 1,71 | 1,56 |
| PD35 (%) | 3,42 | 3,88 | 4,18 | 4,81 | 5,46 | 5,88 |
| PD64 (%) | 3,40 | 3,86 | 4,16 | 4,98 | 5,65 | 6,09 |

P42= peso vivo aos 42 dias de idade; IMS= idade a maturidade sexual; PD35= Produção de ovos às 35 semanas de idade; PD64= Produção de ovos às 64 semanas de idade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 4. Importância relativa das características avaliadas em relação aos diferentes índices de seleção em estudo para linhagem materna de frangos de corte, do período de 1998 a 2003, do Banco Ativo de Germoplasma para Aves de Corte, da EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia/SC.

| Variável | Diferença entre r_{IH} e r_H * | | | | |
|----------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | I_1 | I_2 | I_3 | I_4 | I_5 |
| P42 | 0,58 | 0,26 | 0,29 | 0,19 | 0,32 |
| IMS | 0,34 | - | - | 0,01 | 0,03 |
| PD35 | - | 0,07 | - | 0,10 | - |
| PD64 | - | - | 0,07 | - | 0,05 |

P42= peso vivo aos 42 dias de idade; IMS= idade a maturidade sexual; PD35= Produção de ovos às 35 semanas de idade; PD64= Produção de ovos às 64 semanas de idade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Quanto a importância das características incluídas no índice de seleção, a característica peso aos 42 dias de idade foi a de maior importância em todos os índices, contudo, em se tratando de linhagem materna, é de interesse obter a melhor combinação entre P42 e as características de produção de ovos.

Entre os índices propostos a correlação mais elevada foi observada para o I_1 de 0,78. Utilizando-se este índice as respostas em P42 e IMS, seriam de 51,99g e -0,21 dias, correspondendo a ganhos genéticos por geração, em relação à média da característica, de 2,90% e -0,10%, respectivamente. A elevação do peso corporal aos 42 dias e a redução da idade à maturidade sexual são desejados na linhagem materna de corte, entretanto, não se

poderia perder em quantidade de ovos produzidos. Para estas características a seleção por meio desse índice resultaria em respostas correlacionadas em PD35 e PD64 de 0,39% e -1,43%, respectivamente, que corresponderia a ganho genético por geração, em relação à média da característica, de 0,55% e -2,09%, o que significaria ganho em uma e perda na outra, sendo interessante especialmente pelo ganho ocorrer em PD35.

O índice com a segunda melhor correlação entre o agregado e o índice foi o I_4 com r_{IH} de 0,52. Neste índice que foi proposto para três características, as respostas à seleção foram de 29,30g, -1,35dia e 2,35%, respectivamente para P42, IMS e PD35, que corresponderia a ganho genético por geração, em

relação à média da característica, de 1,6%, -0,67% e 3,31%, respectivamente. A resposta correlacionada para PD64 foi de 3,96% ou 5,80%, em relação à média da característica. Portanto, a seleção por meio de I_4 resultaria em pequena redução no ganho genético em peso corporal por geração, entretanto, forneceria melhores respostas nas características de produção de ovos. Estes resultados seriam comparáveis aos obtidos por Mallik et al. (2005) que relataram progresso genético por geração de 46,94g, -1,32 dias, 3,23 ovos e 0,48g nas características peso corporal aos 42 dias de idades, idade à maturidade sexual, produção de ovos à 40ª semana de idade e peso do ovo à 32ª semanas, respectivamente, ao trabalharem com índice de acurácia de 0,895. Semelhante ao comentado para a linhagem paterna pode-se aqui usar a conclusão de Resende, Oliveira e Riga (1990), onde a utilização de índices com restrições é um procedimento desejável na seleção de características correlacionadas negativamente, pois permite evitar alterações desfavoráveis em caracteres economicamente importantes.

Conclusões

A seleção através de índices de seleção pode resultar em melhores ganhos genéticos que os observados em procedimentos de seleção direta e indireta. Nos índices de seleção a combinação com características de peso corporal e peito, na linhagem paterna e, características de peso corporal e produção de ovos, na linhagem materna, poderiam atingir com maior eficiência e rapidez os objetivos do programa de melhoramento em frango de corte.

Referências

BARWAL, R. S.; BHADULA, S. K.; SINGH, R. V. Construction of selection indices for genetic improvement in egg production traits in broiler dam line. *Indian Journal of Poultry Science*, Izzatnagar, v. 28, n. 1, p. 1-6, 1993.

CRUZ, V. A. R.; PIRES, A. V.; TORRES FILHO, R. A.; PEREIRA, I. G.; ARAUJO, C. V.; MEIRA, C. T.

Parâmetros genéticos da curva de produção de ovos de uma linha fêmea de frango de corte. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 520-523, 2013.

CUNNINGHAM, E. P.; MOEN, R. A.; GJEDREM, T. Restriction of selection indexes. *Biometrics*, Raleigh, v. 26, n. 1, p. 67-74, 1970.

FERREIRA, J. C. C. *Melhoramento genético aplicado à produção animal*. Belo Horizonte: UFMG, 2012. 758 p.

GAYA, L. G.; COSTA, A. M. M. A.; FERRAZ, J. B.; REZENDE, F. M.; MATTOS, E. C.; ELER, J. P.; MICHELAN FILHO, T.; MOURAO, G. B.; FIGUEIREDO, L. G. G. Genetic trends of absolute and relative heart weight in a male broiler line. *Genetic Molecular Research*, Ribeirão Preto, v. 6, n. 4, p. 1091-1096, 2007.

GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B.; REZENDE, F. M.; MOURAO, G. B.; MATTOS, E. C.; ELER, J. P.; MICHELAN FILHO, T. Heritability and genetic correlation estimates for performance and carcass and body composition traits in a male broiler line. *Poultry Science*, Champaign, v. 85, n. 5, p. 837-843, 2006.

HAZEL, L. N. The genetic basis of constructing selection index. *Genetics*, Bethesda, v. 28, n. 6, p. 476-90, 1943.

LASKE, C. H.; TEIXEIRA, B. B. M.; DIONELLO, N. J. L.; CARDOSO, F. F. Breeding objectives and economic values for traits of low input family based beef cattle production system in the State of Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira Zootecnia*, Viçosa, v. 41, n. 2, p. 298-305, 2012.

LEDUR, M. C.; FIGUEIREDO, E. A. P.; SCHMIDT, G. S.; AVILA, V. S.; PEIXOTO, J. O. O. melhoramento genético de aves no Brasil e as contribuições da Embrapa Suínos e Aves. In: SOUZA, J. C. P. V. B.; TALAMINI, D. J. D.; SCHEUERMANN, G. N.; SCHMIDT, G. S. (Ed.). *Sonho, desafio e tecnologia: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. cap. 11, p. 293-316.

LIN, C. Y. Index selection for genetic improvement of quantitative characters. *Theoretical Applied Genetics*, Berlim, v. 52, n. 2, p. 49-56, 1978.

MALLIK, B. K.; MISHRA, P. K.; MISHRA, S. C.; DEHURI, P. K. Evaluation of genetic parameters in a synthetic broiler chicken flock due to selection for high six week body weight. *Indian Journal of Poultry Science*, Izzatnagar, v. 38, n. 3, p. 225-229, 2003.

MALLIK, C. P.; DIDAR, S.; SINGH, R. P.; DALAL, D. S. Multitrait index selection without restriction and with different levels of restriction in broiler dam line pullets. *Indian Journal of Poultry Science*, Izzatnagar, v. 40, n. 1, p. 16-21, 2005.

- MEYER, K. DFREML – a set programs to estimate variance components under an individual animal model. *Journal Dairy Science*, Champaign, v. 71, p. 33-34, 1988. Supplement 1-2.
- MOURÃO, G. B.; GAYA, L.G.; FERRAZ, J. B. S.; MATTOS, E. C.; COSTA, A. M. M. A.; MICHELAN FILHO, T.; CUNHA NETO, O. C.; FELÍCIO, A. M.; ELER, J. P. Genetic trend estimates of meat quality traits in a male broiler line. *Genetic Molecular Research*, Ribeirão Preto, v. 7, n. 3, p. 749-761, 2008.
- PANDEY, A. K.; SINGH, R. V. Selection indices for genetic improvement in growth line of broiler. *Indian Journal of Poultry Science*, Izzatnagar, v. 76, n. 11, p. 979-981, 2006.
- RANCE, K. A.; McENTEE, G. M.; McDEVITT, R. M. Genetic and phenotypic relationships between and within support and demand tissues in a single line of broiler chicken. *British Poultry Science*, Edinburgh, v. 43, n. 4, p. 518-527, 2002.
- RESENDE, M. D. V.; OLIVEIRA, E. B.; HIGA, A. R. Utilização de índices de seleção no melhoramento de eucalipto. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 21, p. 1-13, 1990.
- SCHMIDT, G. S.; FIGUEIREDO, E. A. P. Efeito da seleção no primeiro ciclo de postura para produção de ovos sobre o desempenho no segundo ciclo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 225-229, 2004.
- SINGH, C. V.; SINGH, R. V. Imposition of restriction on component traits of multi-trait selection index in broilers. *Indian Journal of Poultry Science*, Izzatnagar, v. 35, n. 3, p. 309-311, 2000.
- SINGH, U. B.; GUPTA, U. D.; SINGH, C. V.; SINGH, D.; SINGH, R. V.; SHARMA, D. Construction of multi trait selection indices in a broiler parental line. *Indian Journal of Veterinary Research*, Izzatnagar, v. 8, n. 2, p. 46-49, 1999.
- SMITH, C. Effects of changes in economic weight on the efficiency of index selection. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 56, n. 3, p. 1057-1064, 1983.
- SUKHVINDER, S.; SINGH, R. V.; DHIRENDRA, K. Construction and evaluation of multi-trait selection indices for improving some traits of economic importance in growth line in broilers. *Indian Journal of Poultry Science*, Izzatnagar, v. 40, n. 3, p. 273-277, 2005.
- WHITE, T. L.; HODGE, G. R. *Predicting breeding values: with applications in forest tree improvement*. London: Kluwer Academic Publishers, 1989. 367 p.