

Índice de seleção para reposição de fêmeas em rebanhos de caprinos de corte

Selection index for replacement of females in herd of cut goats

DOI:10.34117/bjdv6n12-118

Recebimento dos originais: 23/11/2020

Aceitação para publicação: 06/12/2020

Wellington Paulo da Silva Oliveira

Mestre

Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias

Campus de Socopo, Ininga, 64049550, Teresina, Piauí, Brasil

E-mail: wellhingtonoliveira@yahoo.com.br

Laylson da Silva Borges

Mestre

Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias

Campus de Socopo, Ininga, 64049550, Teresina, Piauí, Brasil

E-mail: laylson_borges@hotmail.com

Amauri Felipe Evangelista

Mestre

Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Paraná

Rua dos funcionários, Cabral, 80035050, Curitiba, Paraná, Brasil

E-mail: amaurifelipe17@hotmail.com

Diego Helcias Cavalcante

Doutor

Professor da Universidade Federal do Piauí, Campus Profª Cinobelina Elvas

BR 135, Km 3, Planalto Horizonte, 64900000, Bom Jesus, Piauí, Brasil

E-mail: diegohelcias@hotmail.com

Geandro Carvalho Castro

Mestre

Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias

Campus de Socopo, Ininga, 64049550, Teresina, Piauí, Brasil

E-mail: geandrocastro@hotmail.com

Marcelo Richelly Alves de Oliveira

Doutor

Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias

Campus de Socopo, Ininga, 64049550, Teresina, Piauí, Brasil

E-mail: marcelo-zootec@hotmail.com

Luiz Antônio Silva Figueiredo Filho

Doutor

Médico Veterinário do Instituto Federal do Maranhão, Campus Caxias
MA-349, Km 2, Gleba Buriti do Paraíso, Povoado Lamego, Zona Urbana, 65609899, Caxias,
Maranhão, Brasil

E-mail: luiz_medvet@hotmail.com

Marcos David Figueiredo de Carvalho

Doutor

Professor da Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias.
Campus do Socopo, Ininga, 64049550, Teresina, Piauí, Brasil

E-mail: carvalho.mdf@hotmail.com

José Lindenberg Rocha Sarmiento

Doutor

Professor da Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias.
Campus do Socopo, Ininga, 64049550, Teresina, Piauí, Brasil

E-mail: sarmiento@ufpi.edu.br

José Elivalto Guimarães Campelo

Doutor

Professor da Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias.
Campus do Socopo, Ininga. 64049550, Teresina, Piauí, Brasil

E-mail: jelivalto@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se avaliar opções de ordenar os animais com base em características fenotípicas inseridas em índices de seleção construído em planilha eletrônica, para auxiliar na reposição de fêmeas e motivar o interesse por melhoria genética em pequenos rebanhos. Analisou-se do banco de dados de um rebanho experimental da raça Anglonubiana, características de produção, sanidade, reprodução e morfometria corporal e escolheu-se o Frame, idade ao primeiro parto, peso na desmama e ao nascer para compor índices de seleção. Os parâmetros genéticos destas características foram estimados com auxílio do software Wombat. Com planilha excel utilizou-se dois critérios distintos para ordenar 148 fêmeas adultas pelos valores genéticos: ordená-las com dois índices de seleção e utilizando cada característica individualmente. O mesmo procedimento foi realizado utilizando-se valores fenotípicos. Calculou-se as correlações de Spearman entre pares de ordenamentos genótipo - fenótipo das mesmas características. Em seguida aplicando-se seleção massal (20%), estimou-se o ganho genético empírico e as respostas correlacionadas. Os valores das correlações foram de amplitude moderada a alta. Assim, em rebanhos com quantidade de dados que limita a realização de avaliação genética, considera-se pertinente o uso de índice e de seleção massal com fenótipos, para incorporar animais do rebanho e valorizar fêmeas. A simplicidade de ordenar os animais, disponibilizando previsão de ganho genético direto teórico e de resposta correlacionada nas características pela seleção no índice, agrega à planilha em excel ou similar, funcionalidade e potencial para auxiliar na reposição e motivar interesse pela valorização genética em pequenos rebanhos.

Palavras-chave: caprinocultura, ganho genético, resposta correlacionada.

ABSTRACT

In this study we aimed to evaluate the rank of animals using a selection index to assist the replacement of females with animals from the herd in order to arouse the interest of breeders for the genetic improvement of their animals. Traits related to production, sanity, reproduction and body morphometry were analyzed from a database of a herd of the Anglo-Nubian breed. Frame, age at first kidding, birth weight, and weaning weight were chosen to compose the selection index. The Wombat software was used to calculate the animals breeding values for these traits. An excel spreadsheet was used to: rank animals by two indexes and by each trait individually; calculate Spearman correlations among ranks; calculate genetic gains and the correlated response. A sample of 148 goats from the herd was used for the demonstration. These goats were ranked by breeding values and phenotypes, and submitted to mass selection of 20%. The composition of the index for herds with a limited database was discussed and the use of the index with phenotypic values was considered a way to contemplate genetic valorization in these herds. The Excel spreadsheet showed simplicity to rank animals by combining several traits. Furthermore, by providing prediction of direct genetic gain and correlated response, this spreadsheet gains functionality to assist the replacement in the herd and potential to arouse interest for the genetic valorization of animals.

Keywords: correlated response, genetic gain, goat farming.

1 INTRODUÇÃO

Nos criatórios de caprinos as fêmeas são em grande número e sua reposição geralmente é feita com incorporação de animais do próprio rebanho, utilizando-se seleção massal. Se no manejo reprodutivo desses rebanhos for adotado taxa de descarte e de reposição numericamente adequadas, a composição do rebanho se distribui por faixa etária com maior quantidade de animais na melhor idade produtiva.

Quando as estimativas de parâmetros genéticos são moderadas ou altas, uma abordagem de resposta correlacionada é apropriada para a tomada de decisões no rebanho (LOPES et al., 2016). Na perspectiva de atender aos interesses do criador que não dispõe de estrutura de dados adequada do rebanho para realizar avaliação genética, o uso de índice de seleção com base em valores fenotípicos é visto como uma opção simples capaz de inserir valorização genética no rebanho, ampliando a eficiência da seleção massal.

Se o criador dispor de critério que permita ordenar as fêmeas jovens com base na sua capacidade provável de produção ou de suas mães, será possível incorporar as melhores, com aplicação de pressão de seleção que garanta a taxa de reposição necessária. Procedendo dessa forma é possível ser destacado no rebanho animais mais adaptados à região e com relação a não dispor do valor econômico da característica, adotar índice com ponderador percentual é opção (LÔBO et al., 2009).

Entretanto, a eficiência produtiva e reprodutiva está diretamente relacionada com o genótipo e a sua capacidade de adaptação aos fatores ambientais que influenciam o sistema de produção.

Interpelando essa argumentação, Koetz Júnior et al. (2017) relataram que a eficiência não é estática, ela muda em função das necessidades econômicas dos pecuaristas e do ambiente de produção.

Nesse caso, a definição do objetivo de seleção é o primeiro passo a ser dado e o seguinte é a construção do índice, com a inclusão de características que influenciam o objetivo (TABBAA; AL-ATIYAT, 2009), sendo importante entender as relações entre elas. Por último vem à divulgação do índice, ao qual se atrela um gargalo a ser ultrapassado na caprinocultura, que é a necessidade da escrituração zootécnica no rebanho para implantar (BORGES et al., 2019).

Dado o exposto, objetiva-se com essa pesquisa avaliar o ordenamento dos animais com utilização de índice de seleção em planilha eletrônica, para auxiliar na reposição de fêmeas e motivar o interesse por melhoria genética em pequenos rebanhos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação do uso do índice de seleção na reposição de caprinos, analisou-se dados de animais da raça Anglonubiana, manejados em sistema de criação semi-intensivo no rebanho experimental da Universidade Federal do Piauí, localizado em Teresina, Piauí, Brasil.

No manejo reprodutivo adotou-se estação de monta com pelo menos dois reprodutores, com cobertura controlada. As fêmeas do rebanho foram divididas em dois grupos, de forma que, nos dois semestres do ano a estação de acasalamentos de um grupo coincidiu com a lactação no outro grupo, garantindo assim animais contemporâneos em relação a estágios fisiológicos, tanto no período seco quanto no período chuvoso do ano. Com essa estratégia houve um aumento na quantidade de animais por grupo contemporâneo, conseqüentemente, os parâmetros foram melhor estimados (SILVA et al., 2017).

O manejo sanitário teve como base o resultado da avaliação do número de ovos por grama de fezes (OPG), que foi registrado em média oito vezes ao ano em todas as fêmeas do rebanho. A aplicação de vermífugo ocorreu quando 10% das fêmeas apresentaram valor superior a 1000, como sugerido por Costa et al. (2011).

Banco de dados, características avaliadas e predição dos valores genéticos

Coordenou-se a formação do banco de dados e o manejo genético do rebanho. Ao acompanhar o cotidiano dos animais com a utilização de planilha excel para o registro de informações das características avaliadas, proporcionou o contato com cada animal, que implicou numa particularidade para o rebanho, que foi manejá-lo como rebanho experimental conhecendo-se a genealogia e a

performance de cada animal. Assim, na discussão dos resultados a abordagem contempla também o ponto de vista de criador com a experiência de tomador de decisões no manejo genético do rebanho.

Editou-se do banco de dados do rebanho referente ao período de 2002 a 2016, informações de características de produção, reprodução, sanidade e morfometria, que foram submetidas à análise preliminar de variância, por meio do *software* SAS (2003), para testar a influência dos efeitos ambientais, ano e estação de nascimento, sexo e tipo de parto. Além disso, foram calculados os coeficientes de correlações de Pearson, considerando-se o tipo e estação de nascimento, que apresentaram efeito significativo na maioria das características. Com base nesses resultados e no conhecimento do cotidiano do rebanho, discutiu-se a escolha das características para compor o índice de seleção.

As características *Frame*, idade ao primeiro parto, peso ao desmame e peso ao nascer (por ter maior quantidade de informações), foram escolhidas para compor os índices de seleção avaliados na pesquisa. A avaliação consistiu em ordenar uma amostra de animais do rebanho pelo valor genético, para servir de referencial ao ordenamento com os fenótipos das mesmas características, conforme descrição no tópico seguinte.

Para a obtenção dos valores genéticos dos animais utilizou-se informações do animal, pai, mãe, grupos de contemporâneos (com mais de 3 animais) considerando-se os efeitos de tipo de nascimento (simples e múltiplo), ano de nascimento (2002 a 2016), época de nascimento (chuvosa, de janeiro a junho, e seca, de julho a dezembro) e idade da cabra como covariável. No peso ao nascer e na desmama incluiu-se dados de machos e fêmeas.

As características foram analisadas considerando-se que seguem distribuição normal. Os componentes de variâncias genética, residual e fenotípica e a obtenção das estimativas de herdabilidade e valor genético, foram obtidos pelo método da máxima verossimilhança restrita, utilizando-se o *software* Wombat (MEYER, 2006).

O modelo padrão descrito na forma matricial, utilizado para as análises das características idade ao primeiro parto, peso ao desmame e peso ao nascer é apresentado a seguir. Para a análise do *Frame* considerou-se apenas o efeito genético direto.

$$Y = X\beta + Z_1a + Z_2m + e$$

em que Y é o vetor de observações da característica no animal, X é a matriz de incidência de efeitos fixos, β é o vetor de solução dos efeitos fixos, Z_1 é a matriz de incidência associada ao efeito genético aditivo direto de cada animal, a é o vetor do efeito genético aditivo direto; Z_2 é a matriz de

incidência associada ao efeito genético aditivo materno de cada animal, m é o vetor do efeito genético aditivo maternal e e é o vetor dos efeitos residuais.

Foram estimadas a herdabilidade das características obtendo-se valores que estão na faixa de variação constatada na literatura. Dessa forma, considerou-se que os valores genéticos utilizados para ordenar os animais na avaliação dos índices, foram preditos de forma satisfatória.

Análise do Índice de seleção em planilha Excel

A Planilha em uso no rebanho avaliado foi aperfeiçoada por Castro (2015). Nesse estudo, com os valores genéticos preditos e com os fenotípicos das quatro características de uma amostra de 148 cabras adultas, as atividades descritas a seguir foram realizadas:

a) Ordenar as cabras por índice ponderado ou procedimento analítico de Williams (1962), que dispensa o uso de matrizes de variâncias e covariâncias, com o intuito de evitar estimações imprecisas desses componentes. Nesse estudo utilizou-se o índice: $ISW = a'X = 0,20(Frame) - 0,28(IPP) + 0,37(PD) + 0,15(PN)$, com ponderadores relativos;

b) Ordenar pelo índice de Rank de Mulamba e Mock (1978), que hierarquiza os animais em cada característica, pela atribuição de nota e soma dos valores ao desempenho;

c) Ordenar as cabras por cada característica individual;

d) Calcular correlação de Spearman entre pares de ordenamentos genótipo - fenótipo feitos envolvendo as mesmas características;

e) Aplicar seleção massal nos animais ordenados por cada critério (proporção de 20%); calcular o ganho genético teórico com base no diferencial de seleção obtido em cada ordenamento e as respostas correlacionadas nas demais, quando a seleção ocorreu pelo valor genético em uma característica apenas.

Quando os animais foram ordenados pelo valor genético das características incluídas nos índices ou individualmente, foi considerado que o ganho genético (ΔG_{xi}) pela seleção massal de 20%, correspondeu ao diferencial de seleção (média do grupo selecionado - média do rebanho). Quando se aplicou seleção direta em uma característica, foram calculados também a indicação de ganho indireto nas demais ($\Delta G_{xy} = DS_y$), como resposta correlacionada. A eficiência teórica da seleção indireta foi obtida pela razão ($EF = \frac{h_x}{h_y} \times \frac{\Delta G_{xy}}{\Delta G_y}$), sendo h a raiz da herdabilidade estimada para as características.

Já quando se ordenou pelo fenótipo das características, o diferencial de seleção foi corrigido pela herdabilidade estimada no rebanho ($\Delta G_x = h^2 \times DS_x$). Quando foi aplicada a seleção direta em

uma característica, calculou-se simultaneamente o ganho genético nela ($\Delta G_x = h^2 \times DS_x$) e também a indicação de ganho indireto nas demais ($\Delta G_{xy} = h_y^2 \times DS_y$), como resposta correlacionada a ela.

Os resultados foram analisados comparando-se o ganho genético ao se ordenar adotando índices com valores fenotípicos em relação ao uso de valores genéticos estimados com dados do rebanho. Discutiu o uso da planilha como recurso didático para motivar interesse de criadores por valorização genética dos animais, incluindo também o ponto de vista de criador. O foco foi a simplicidade do seu uso e os resultados da seleção massal, mostrados na forma de previsão de ganho genético em cada característica (direto e indireto), além de indicar eficiência teórica da resposta correlacionada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A recomendação de inovação tecnologia deve ser precedida do conhecimento do contexto anterior à sua utilização. No cenário da caprinocultura com rebanhos pequenos, o uso de índice de seleção é uma novidade. Nesse estudo considera-se que esses argumentos se aplicam ao se propor uso de índice de seleção para criação de caprinos, onde banco de dados limitado inviabiliza avaliação genética com metodologia recomendada.

O foco da análise está centrado na escolha e na relação entre características para montar o índice de seleção para orientar a reposição com fêmeas do rebanho. Quando não se dispõe de muitas informações, considera-se que esses dois pontos são os problemas iniciais a serem solucionados e que um bom fenótipo exerce grande influência na decisão do criador, que tende a desconsiderar a sua causa, ou pode não estar ciente que o valor genético é que representa o mérito real do animal. Estes podem ser expresso na forma de índice econômico de seleção, combinando com o objetivo de reprodução (BYRNE et al., 2016).

A quantidade de dados disponível de uma característica pode limitar a sua inclusão em índices de seleção ou favorecer, se for em maior número, como ocorreu nesse estudo, pois o peso ao nascer só foi incluído pela maior quantidade de dados, embora apresente como atributo favorável, a facilidade do criador registrá-lo (SANTOS et al., 2013).

O melhoramento genético requer dados precisos, que têm valor calculado como contribuição de um registro a mais para ganho genético, mas é afetado pelo número de dados, importância econômica e herança. Salienta-se que, os métodos de melhoramento tradicionais são efetivos em características de fácil medição, mas para as de difícil mensuração pode não ser (EGGEN, 2012).

As correlações contrárias ao interesse do produtor não devem ser menosprezadas na montagem do índice, razão pela qual considera-se relevante a relação entre características mensuradas no próprio

rebanho, mesmo com a constatação de valores baixos, como nessa pesquisa (Tabelas 1 e 2). O tamanho do animal é um importante indicador de produção, crescimento e saúde, bem como de adaptação ambiental (KOMINAKIS et al., 2017), porém pode mascarar outras características importantes.

Tabela 1. Correlações de Pearson entre características de desempenho fisiológico e sanidade em caprinos da raça Anglonubiana.

	PCNP1	PD	PA	Frame	Log ₁₀ OPG	FAMACHA
PN	0,203	0,168	0,202	0,135	0,05	0,031
PCNP1		0,162	0,364	0,221	0,024	0,058
PD			0,209	0,220	0,165	0,015
PA				0,420	0,075	0,153
Frame					0,200	0,140
Log ₁₀ OPG						0,320

*Valor acima de 0,29 difere de zero ($P < 0,05$).

PN: Peso ao nascer; PCNP1: Peso de cria ao nascer de primeiro parto; PD: Peso na desmama; PA: Peso adulto; *Frame*: Tamanho da estrutura corporal da cabra; Log₁₀OPG: OPG na Escala log na base 10.

Ao proceder assim, buscou-se concordar com literaturas que recomendam ser mais coerente buscar um animal que atenda aos interesses do mercado, mas que seja eficiente no manejo ao qual está submetido. Para isso, no índice deve constar características que atendam a vários aspectos simultaneamente (LÔBO et al., 2009), mesmo que o progresso genético em cada uma seja menor pela seleção em várias (MELLO; SCHMIDT, 2008).

Para o contexto de criação abordado, considerou-se coerente concordar com autores que recomendam buscar atender a um objetivo de seleção predefinido, com base na análise dos dados disponíveis. Porém, em razão da produção animal variar entre sistemas e entre regiões (KRUPOVA et al., 2009), o objetivo não é tão simples para ser definido.

Analisar os dados nessa perspectiva, equivale a propor um índice de seleção com pelo menos uma característica de impacto no potencial de produção, de reprodução e adequada morfometria. Para atender esse requisito foi escolhido o tamanho corporal como característica principal, considerando-se sua importância análoga à da produção de leite, que segundo Cardoso et al. (2014) é importante nos índices de seleção na bovinocultura de leite, que, agrupam características de produção, longevidade e reprodução.

Ressalta-se que, a capacidade da cabra gestar partos múltiplos demanda maior tamanho corporal (SANTOS et al., 2013) e isso também justificou incluir o *Frame* no índice de seleção do rebanho, mesmo sendo um critério que não se baseia em output (GRION et al., 2014). Porém, nos caprinos é diferente dos bovinos, onde maior peso da vaca está relacionado com maior custo de produção (KOETZ JÚNIOR et al., 2017).

Definiu-se o tamanho do animal como objetivo da seleção para o rebanho e o Frame e peso a desmama como características principais, tendo como referência também a afirmação de Souza Júnior et al. (2013), que são escassos os estudos que relacionam a estrutura corporal a parâmetros de eficiência produtiva a nível de rebanho. A busca de complementaridade funcional também norteou a escolha das outras características para o índice. Para Cervo et al. (2017), geralmente adota-se critérios sem percepção de características correlacionadas, tais como funcional e de fertilidade que podem influenciar a produtividade dos animais.

Nesse estudo constatou-se a tendência de ocorrer correlação mais elevada entre as características do mesmo componente funcional (Ex. tamanho do animal) (Tabela 2), se assemelhando aos resultados de Mello e Schimdt (2008). Mas, quando pertencentes a diferentes grupos funcionais (Ex. pesos e característica de sanidade) a correlação foi baixa (Tabela 1), concordando com resultados obtidos por Ferreira et al. (2013).

Tabela 2. Correlações de Pearson entre medidas morfometria e características de reprodução em caprinos da raça Anglonubiana.

	AG	PeT	IPP	IEP	Intervalo médio de parto
CC	0,759	0,653	-0,056	-0,076	-0,108
AG		0,616	0,094	-0,035	-0,057
PeT			-0,152	-0,112	-0,114
IPP				0,547	0,387
IEP					0,697

*Valor acima de 0,29 difere de zero ($P < 0,05$).

CC: Comprimento corporal; AG: Altura na garupa; PeT: Perímetro torácico; IPP: Idade ao primeiro parto; IEP: Intervalo do 1º para o 2º parto.

Considerar que característica de baixa herdabilidade não responde a seleção, como ocorre com as de reprodução (LÔBO et al., 2009), é também necessário na montagem do índice. Nesse estudo, a idade ao primeiro parto, intervalo do 1º para o 2º parto e o intervalo médio de partos, todas características de reprodução, apresentaram correlação superior a 50% apenas entre elas. Sendo assim, a presença de uma no índice é importante e optou-se pela idade ao primeiro parto, pela importância econômica e correlação negativa com tamanho do animal.

Na definição da importância das características escolhidas, não fugindo de abordagem empírica, adotou-se um critério subjetivo, optando-se por uso de ponderadores relativos. Assim, buscou-se explorar opções simples para abordar problemas de estrutura de dados pequena e não se dispor de valor econômico das características. Em adição à solução desses dois problemas, com a inclusão de recursos computacionais, mesmo na forma simples como é a planilha em excel utilizada nesta pesquisa, pode ser explorada como recurso didático em rebanhos experimentais ou similar.

Como geralmente o criador apresenta preferência por alguns animais do rebanho, ao dispor da comparação desses com os demais, tende a ativar curiosidade e assim mostrar interesse por avaliá-los e/ou pode motivá-lo a realizar a escrituração zootécnica.

O manuseio da planilha, apresentada de forma resumida na Tabela 3, é simples. Depois de inserido os dados, o usuário pode simular várias situações apenas alterando o percentual de seleção e a composição do índice, permitindo ver estimativas de ganho fenotípico direto e indireto ou perda (%) em cada característica.

Tabela 3. Resumo da planilha em Excel ilustrando as saídas com os resultados da pressão de seleção aplicada nas cabras do rebanho da raça Anglonubiana, ordenadas pelo índice de soma de Rank.

Animal	Frame	IPP	PD	PN	Rank	Ordem	Peso	...	FAMACHA
13204	69,50	526	15,80	4,20	39	1°	56,78		2,55
26304	66,00	430	16,50	2,90	56	2°	48,43		3,31
....
43513	55,05	800	10,50	2,50	293	101°	34,00		3,20
Resposta direta nas características do índice							Resposta correlacionada		
MR	61,90	675	14,44	2,93	167,01		39,65		3,25
MS	66,19	568	15,92	3,19	86,40		42,65		3,42
DS	4,29	-107	1,48	0,26	-80,61		3,00		0,17
ΔG	2,1%	-2,4%	3,3%	3,6%	-14,5%		2,7%	...	0,9%

Frame: Tamanho da estrutura corporal da cabra; IPP: Idade ao primeiro parto (dias); PD: Peso na desmama (Kg); PN: Peso ao nascer (Kg); MR: Média do Rebanho; MS: Média dos selecionados; DS: Diferencial de seleção; ΔG : Ganho genético, como desvio da média da característica (%).

Para o índice de Rank na linha do ganho genético (ΔG) na Tabela 3, o usuário visualiza o valor para cada característica que foi incluída no índice e também o ganho pela seleção indireta em quaisquer outra do banco de dados. No exemplo tem-se resposta de 0,9% no FAMACHA. As limitações da planilha são discutidas a seguir, com animais ordenados por valores genéticos e por fenótipos das mesmas características e uso de índices.

As limitações de índices fenotípicos, em relação ao uso de valores genéticos nos rebanhos pequenos e grandes, podem ser vistas sob perspectivas diferentes, pois geralmente é a opção disponível, mas isso não implica em desconhecer as mais eficientes. Na Tabela 4 estão apresentados os diferenciais de seleção obtidos em cada característica e também nos próprios índices, quando se utilizaram os valores genéticos para ordenar as cabras e selecionar 20%. Observa-se na primeira coluna que a resposta à seleção foi maior quando se aplicado à pressão de seleção numa só característica, como afirmado por Mello e Schimdt (2008).

Tabela 4. Diferencial de seleção observado nos índices e em cada característica, quando ordenou-se uma amostra de 148 cabras da raça Anglonubiana pelo valor genético e selecionou-se 20% das melhores.

Resposta observada	Critério de ordenamento dos animais		
	Característica	Índice de Rank	Ponderado
No índice	-	56,17	44,73
Frame	52,39	31,27	15,58
Idade ao Primeiro Parto	-56,54	-44,86	- 47,71
Peso na desmama	25,33	14,30	17,39
Peso ao Nascer	3,77	1,12	0,46

Pela seleção direta no peso ao nascer o valor do diferencial de seleção é igual a 3,77 que superou em 143%, o valor quando a seleção foi aplicada nos animais ordenados pelos dois índices. Esse comportamento se repetiu nas demais características, nas seguintes ordens: *Frame* (67,5%), peso ao desmame (17,7%) e idade ao primeiro parto (6,0%). Embora o diferencial de seleção seja função da variação da característica na população (LOPES, 2005), a grande diferença constatada no valor do *Frame*, na idade ao primeiro parto e no peso a desmama, quando comparado ao valor do peso ao nascer, pode ser indicativo de variação genética para seleção massal nessas características. Entretanto, convém considerar que a quantidade de dados é bem maior no peso ao nascer.

Quando se compara o resultado entre os dois índices, constatou-se valores iguais a 56,17 no índice de Rank e 44,73 no índice ponderado (Tabela 4). Entretanto, essa superioridade de 25,6% do Rank obrigatoriamente pode não atender aos interesses do criador. Além de ser influenciado pela variação das características, mostra apenas o que o rebanho pode oferecer, enquanto a ponderação distribui a importância das características de acordo com o interesse do criador (BYRNE et al., 2016).

Observa-se na Tabela 5 quando foram utilizados os valores fenotípicos das características para ordenar os animais, que o comportamento verificado foi similar ao se utilizar os valores genéticos, ou seja, constatou-se maior resposta à seleção direta na característica, e também que o índice de Rank superou o ponderado em 49,5%. Porém, a seleção pelo índice ponderado resultou em maior ganho nos pesos ao nascer, ao desmame e na idade ao primeiro parto, em relação à seleção pelo índice de Rank.

Tabela 5. Ganho genético (%) estimado com desvio da média do valor fenotípico de 20% dos melhores animais de uma amostra de 148 cabras da raça Anglonubiana, ordenadas pelos índices de Rank e Índice ponderado e também por cada característica.

Resposta à seleção visualizada	Critério de ordenamento dos animais		
	Característica	Índice Rank	Índice Ponderado
No índice	-	11,34	7,60
<i>Frame</i>	2,70	1,89	1,10
Idade ao Primeiro Parto	- 3,24	- 2,60	- 2,62
Peso na Desmama	9,60	2,69	5,99
Peso ao Nascer	5,61	- 0,20	4,40

É importante salientar que o criador não deve ver a resposta da seleção direta como vantagem sobre ele usar índice, pois as perdas e ganhos foram contemplados em cada característica, proporcional às correlações entre elas. Assim, uma abordagem de resposta correlacionada é mais apropriada para tomada de decisão, concordando com Lopes et al. (2016).

A previsão de ganho em cada índice calculada como desvio da média igual a 11,34% e 7,60%, mostra também superioridade do índice de Rank. O ganho genético de 9,60% no peso ao desmame, 5,61% no peso ao nascer, 3,24% na idade ao primeiro parto e de 2,70% no *Frame*, pela seleção direta no fenótipo da característica (Tabela 5), corroboram com o que foi verificado com uso dos valores genéticos.

Para complementar esses resultados, está apresentado na Tabela 6 as herdabilidades (na diagonal) e a eficiência de resposta correlacionada nas demais, pela seleção direta no valor genético de cada característica, cuja noção é importante que o criador tenha, diante do impacto favorável ou não ao seu interesse, causado pelas correlações.

Tabela 6. Herdabilidade (na diagonal) e eficiência teórica da resposta correlacionada nos valores genéticos das características *Frame*, Idade ao Primeiro parto (IPP), Peso na desmama (PD) e Peso ao nascer (PC) na raça Anglonubiana.

Característica sob seleção direta	Frame	IPP	PD	PN
Frame	0,294	0,73	0,28	1,13
IPP	0,10	0,119	0,12	0,21
PD	0,33	0,87	0,322	0,39
PN	0,37	0,63	0,14	0,191

Eficiência teórica da resposta correlacionada > 1, seleção indireta mais eficiente.

Apenas pela seleção das maiores cabras implica em maior peso ao nascer (Eficiência > 1). A idade ao primeiro parto com herdabilidade baixa no rebanho, mas na faixa de variação constatada na literatura, não responderá com eficiência a seleção aplicada nas características de maior herdabilidade (Tabela 6), não estando em concordância com autores que a consideraram de baixa resposta à seleção direta (LÔBO et al., 2009).

Em relação a limitações do uso de fenótipos em índices de seleção, nesse estudo a correlação de Spearman entre ordenamentos dos animais pelos dois índices e por cada característica individualmente apresentou valores elevados quando utilizou-se o ordenamento pelo valor genético da característica como a referência para ordenar com os valores fenotípicos mensurados no rebanho (Tabela 7).

Tabela 7. Correlação de Spearman entre cabras ordenadas pelo valor genético (acima da diagonal) e entre ordenadas pelo valor genético e pelo fenótipo da mesma característica (na diagonal). Nos ordenamentos utilizou-se o índice de Rank, o Ponderado e também por cada característica.

	Índice de Rank	Índice Ponderado	Frame	IPP	PD	PN
Índice de Rank	0,76	0,80	0,71	0,59	0,65	0,60
Índice Ponderado		0,71	0,29	0,76	0,65	0,26
Frame			0,73	0,09	0,23	0,69
IPP				-0,72	0,20	0,24
PD					0,82	0,26
PN						0,65

IPP: Idade ao primeiro parto; PD: Peso na desmama; PN: Peso ao nascer.

Observa-se na diagonal da Tabela 7 que, o ordenamento dos animais feito pelo valor genético e pelo fenótipo da mesma característica, tanto na forma de índice de seleção como por característica individual, apresentou correlação de Spearman elevada que pode ser vista como indicação do risco ao se usar fenótipo com seleção massal no rebanho.

Quando ordenados por cada característica a correlação variou de $r = 0,65$ (peso ao nascer) a $r = 0,82$ (peso na desmama). Quando foram ordenados pelo índice de Soma de Rank ($r = 0,76$) foi superior ao índice ponderado ($r = 0,71$). A correlação quando se utilizou os dois índices para ordenar os animais pelo valor genético foi de 80,63%. O índice de Rank apresentou correlação com os ordenamentos por cada característica variando de $r = 0,59$ (IPP) a $r = 0,71$ (*Frame*), enquanto no índice de seleção ponderado apresentou valor baixo (*Frame* $r = 0,29$ e peso ao nascer $r = 0,26$), possivelmente indicando influência dos ponderadores das características no índice.

As correlações envolvendo características diferentes foram menores que 27%, com exceção apenas dos ordenamentos pelo *Frame* e pelo peso ao nascer, que foi igual a 69,71%, que por sua vez, foram os menos correlacionados com os ordenamentos pelo índice ponderado. Porém, deve prevalecer resultado do índice de seleção, concordando com Marques et al. (2012) em relação a considerar que uma característica não é suficiente para representar o mérito genético e econômico do animal. Assim, na impossibilidade de realizar a avaliação genética no rebanho, uma alternativa seria recorrer a índices com fenótipos para orientar a reposição de fêmeas de forma massal. Nesse caso, tem-se também como

referência o trabalho de Lopes et al. (2016) que consideraram equivalência entre usar índice de seleção e usar análise multivariada na avaliação de crescimento em bovinos, com base em valores de correlação similar aos constatados nessa pesquisa.

4 CONCLUSÃO

A facilidade de uso de índices de seleção, se inserido em um aplicativo computacional como a planilha excel adotada no rebanho avaliado nesse estudo, pode fazer o simples ato de ordenar os animais para identificar os de melhor desempenho no rebanho, se tornar uma opção de reposição por seleção massal dentro do rebanho mais eficiente. Ordenar os animais, disponibilizar previsão de ganho genético teórico, pela seleção direta na característica e por resposta correlacionada pela seleção no índice, juntamente com a facilidade de uso agrega à planilha em excel, funcionalidade e potencial para auxiliar na reposição e motivar interesse pela valorização genética em pequenos rebanhos.

Nos rebanhos com quantidade de dados que limita realizar avaliação genética, o uso de índice e de seleção massal com fenótipos, valoriza fêmeas ao incorporá-las do rebanho.

REFERÊNCIAS

- BORGES, L. S. et al. Gestão zootécnica e genética informatizadas em pequenos ruminantes: uma revisão. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, 13(2), 251-257, 2019.
- BYRNE, T. J. et al. New breeding objectives and selection indices for the Australian dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 99(10), 8145-8167, 2016.
- CARDOSO, V. L. et al. Economic values for milk production and quality traits in south and southeast regions of Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43(12), 636-642, 2014.
- CASTRO, G. C. Elaboração de um algoritmo em Excel aplicando índices de seleção para fêmeas de reprodução. 2015. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015.
- CERVO, H. J. et al. Economic values for production, functional and fertility traits in milk production systems in Southern Brazil. *Archivos de Zootecnia*, 66(255), 419-427, 2017.
- COSTA, V. M. M.; SIMÕES, S. V. D.; RIET-CORREA, F. Controle das parasitoses gastrintestinais em ovinos e caprinos na região semiárida do Nordeste do Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31(1), 65-71, 2011.
- EGGEN, A. The development and application of genomic selection as a new breeding paradigm. *Animal Frontier*, 2(1), 10-15. 2012.
- FERREIRA, T. A. et al. Morphological traits and type of dairy goats registered in Brazil from 1976 to 2009. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(12), 857-861, 2013.
- GRION, A. L. et al. Selection for feed efficiency traits and correlated genetic responses in feed intake and weight gain of Nellore cattle. *Journal of Animal Science*, 92(3), 955-965, 2014.
- KOETZ JÚNIOR, C. et al. Genetic trends for mature body weight, visual scores, and growth traits in Nellore cattle. *Ciência Rural*, 47(3), 1-6, 2017.
- KOMINAKIS, A. et al. Combined GWAS and ‘guilt by association’ based prioritization analysis identifies functional candidate genes for body size in sheep. *Genetics Selection Evolution*, 49(41), 1-16, 2017.
- KRUPOVÁ, Z. et al. Economic weights of production and functional traits in dairy cattle under a direct subsidy regime. *Czech Journal of Animal Science*, 54(6), 249-259, 2009.
- LÔBO, A. M. et al. Genetic parameters for growth, reproductive and maternal traits in a multibreed meat sheep population. *Genetics and Molecular Biology*, 32(4), 761-770, 2009.
- LOPES, F. B. et al. Selection Indices and Multivariate Analysis Show Similar Results in the Evaluation of Growth and Carcass Traits in Beef Cattle. *Plos One*, 11(1), 1-21, 2016.
- LOPES, P.S. Teoria do melhoramento Animal. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora. 118p, 2005.

MARQUES, E. G. et al. Índices de seleção para bovinos da raça Nelore participantes de provas de ganho em peso em confinamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13(3), 669-68, 2012.

MELLO, F. A.; SCHMIDT, V. Caracterização biométrica de caprinos Anglonubiano nascidos no Brasil, no período de 1993 a 2001. *Archivos de Zootecnia*, 57(220), 525-535. 2008.

MEYER, K. WOMBAT – Digging deep for quantitative genetic analyses by restricted maximum likelihood. In: *World Congress on genetic applied to Livestock Production*, 8, 2006, Belo Horizonte. Proceedings... Belo Horizonte, 2006, CD-ROM.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egypt Journal of Genetics and Cytology*, 7, 40-51, 1978.

SANTOS, N. P. S. et al. Aspectos ambientais e genéticos da prolificidade em caprinos utilizando modelos bayesianos de limiar e linear. *Arquivo brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65(3), 885-893, 2013.

SAS INSTITUTE. SAS: user's guide for Windows Environment. Cary: Statistical Analysis System Institute, 614p, 2003.

SILVA, D. A. et al. Contemporary groups in the genetic evaluation of Nelore cattle using Bayesian inference. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(8), 643-651, 2017.

SOUZA JÚNIOR, E. L. D. et al. Effect of frame size on performance and carcass traits of Santa Inês lambs finished in a feedlot. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(4), 284-290, 2013.

TABBAA, M. J.; AL-ATIYAT, R. Breeding objectives, selection criteria and factors influencing them for goat breeds in Jordan. *Small Ruminant Research*, 84(1), 8-15, 2009.

WILLIAMS, J. S. The evaluation of a selection index. *Biometrics*, 18, 375-393, 1962.