

# O VALOR DA PROVA DE PROGÊNIE NA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE LEITEIRA DOS TOUROS (\*)

Tradução e resumo do Professor Assistente

ERNESTO VATER FARIA

da 15a. Cadeira da Escola Nacional de Agronomia  
Rio de Janeiro

A publicação n. 2, da Federação Européia de Zootecnia, relativa aos trabalhos apresentados nas Segundas Jornadas de Estudos, da citada Federação, realizadas em Utrecht, em julho de 1951, subordinados ao tema: "A Prova de Progênie na Criação dos Animais Domésticos", traz entre outros, um valioso trabalho: "Progeny Testing in the Breeding of Farm Animals", dos professores Ivar Johansson (Real Colégio de Agricultura da Suécia, Uppsala) e Alan Robertson (Animal Breeding and Genetics Research Organisation, Edinburgh Escocia).

Julgamos interessante dar maior divulgação aos conceitos emitidos no referido trabalho, em vista do seu mérito e da importância do assunto focalizado.

Os autores, inicialmente, apreciam a importância da exatidão do julgamento do valor genético dos indivíduos, para o progresso e melhoramento dos animais, limitando o âmbito do trabalho à discussão da "Prova de Progênie" nos machos, embora os mesmos princípios sejam válidos para a prova de progênie das fêmeas.

---

(\*) "Progeny Testing in the Breeding of Farm Animals" pelos Profs. J. Johansson (Uppsala) e A. Robertson (Edinburgo) — in "Publication n. 2", da "Fédération Européenne de Zootechnie" — (Rome).

Em seguida, apreciam três métodos "standards" para a prova de progênie dos gens recessivos :

Acasalamento de um macho : a) com fêmeas recessivas; b) com heterozigotos conhecidos; c) com suas próprias filhas, nas quais, para baixar a 0,05 a probabilidade dum macho heterozigoto passar despercebido, o n. de descendentes necessários é respectivamente de 5,11 e 23.

A Aplicação da Prova de Progênie aos Caracteres Quantitativos é analisada rapidamente, concluindo que, para esses caracteres, não se pode basear a avaliação do valor genético simplesmente na hereditariedade Mendeliana. A questão diz respeito à parte da variação total nestes caracteres, que é determinada pela hereditariedade, isto é, sua hereditabilidade.

O conhecimento da hereditabilidade é necessário para uma avaliação da prova de progênie, por exemplo, para julgar seu valor em relação a outros métodos de avaliação do genótipo, e sua precisão, quando baseados em números diferentes de descendentes.

A hereditabilidade de um caracter pode ser expressa :

$$\text{ÓG}2$$

$$h = \frac{\text{ÓG}2}{\text{ÓG}2 + \text{ÓE}2}$$

$$\text{ÓE}2 + \text{ÓE}2$$

onde : ÓG2 = variação devida ao efeito aditivo dos gens

ÓE2 = variação devida ao efeito do ambiente

Estatisticamente,  $h^2$  é o "coeficiente de determinação" do fenótipo pelo genótipo, isto é, a fração da variação que seria eliminada se toda a variação genética fosse removida, mas as variações ambientes não fossem tocadas.

A hereditabilidade da produção de leite e manteiga é geralmente calculada pela correlação mães-filhas dos mesmos pais.

Segundo Johanson, a hereditabilidade ( $h^2$ ) da produção de leite ou gordura, por período de lactação, é igual a 0,3.

Os autores indicam ainda os valores da hereditabilidade de vários caracteres quantitativos em bovinos, ovinos e suínos.

Diferentes métodos de correção do rendimento do leite, para reduzir as variações não genéticas, são analisadas pelos autores, que recomendam "só usar correções quando necessárias". A correção mais empregada, aquela referente a idade da vaca, pode ser evitada empregando-se lactações comparáveis, por exemplo, a 1a. e 2a. lactações.

A média de várias produções do mesmo indivíduo é geralmente o mais eficiente método de reduzir os erros introduzidos pelos fatores ambientes.

A variação da média diminui com o aumento de número de variantes, na proporção :

$$\frac{1 + (n-1)r}{n}$$

onde  $r$  = correlação entre as variantes (\*)

(\*) E' conhecida, com o mesmo fundamento, a equação para prever, com um erro mínimo, a capacidade real ( $Y$ ) de uma vaca, baseada na média de duas ou mais lactações :

$$Y = A + \frac{nr}{1 + (n-1)r} (x - A)$$

onde :  $A$  = média do rebanho;  $r$  = correlação entre as lactações da mesma vaca;  $X$  = média de  $n$  lactações (Lush, J. H. e Shrode, R. R. — "Advances in genetics" vol. I, pgs. 232).

Supondo-se que as lactações de diferentes ordens têm a mesma hereditabilidade, a hereditabilidade de uma média de  $n$  lactações ( $h2n$ ) de uma vaca, pode ser expressa como :

$$h2n = \frac{nh^2}{1 + (n - 1) r}$$

O valor de  $r$  para a produção de leite (num mesmo rebanho) é de cêrca de 0,4 e de 0,7 para a porcentagem de gordura.

O quadro abaixo dá as hereditabilidades de uma média de  $n$  lactações ( $h2n$ ), de uma vaca :

N. de lactação	h2n	
	Leite	% de gordura
1	0,30	0,60
2	0,43	0,71
5	0,58	0,79
10	0,65	0,82

Quando a hereditabilidade é baixa, a média de várias lactações é muito mais eficiente, para eleva-la do que quando alta. Quando a hereditabilidade se aproxima da unidade, a média é pouco usada, mas é muito importante para caracteres, como : frequência de partos múltiplos em ovinos, ou pêso das leitegadas, onde a hereditabilidade é algumas vezes próxima de 0,1.

#### MEDIDA DA PRECISÃO DA PROVA DE PROGÊNIE

A regressão das futuras filhas de um touro sôbre a produtividade média de suas filhas existentes, pode ser usada como *uma medida de precisão da prova de progênie*, baseada nessas filhas.

Se os melhores touros são testados, somente com poucas filhas, alguns touros poderão aparentar serem bons, por que suas filhas foram favorecidas por uma combinação fortuita de influência do ambiente, e a superioridade do valor de tais touros será super-estimada. A função da regressão é corrigir esta possibilidade de variação decorrente do pequeno número de comparações.

O valor do coeficiente de regressão (b) aumenta com o número de comparações (n), de acordo com a fórmula :

$$b = \frac{n (0,25h^2)}{1 + (n - 1) 0,25h^2} \quad (*)$$

Esta regressão pode ser considerada como a fração, da verdadeira variação genética, entre grupos de descendentes, dividida pela variação entre as médias observadas dos mesmos grupos. Se a superioridade genética de um touro sobre a média da população, é G, então a superioridade de um grupo muito grande de filhas, seria 0,5 G. A variação genética entre grupos de filhas de diferentes touros é então : 0,52.

n	Hereditabilidade (h <sup>2</sup> )		
	0,10	0,30	0,60
5	0,11	0,29	0,47
10	0,20	0,45	0,64
20	0,34	0,62	0,78
50	0,55	0,80	0,89
100	0,72	0,89	0,95

(\*) Robertson A. & Rendel J. M. — 1950 — "The use of progeny testing with artificial insemination in dairy cattle" — J. of Genetics — 50: 21-31.

Os valores desta regressão, para três variantes da hereditabilidade, e para diferentes valores de  $n$ , são dados na tabela da página 233.

Pergunta-se muitas vezes quantas filhas são necessárias para uma avaliação precisa do valor genético de um touro.

A pergunta tem em si mesmo uma deficiência, pela falta de exatidão do que se entende como "preciso". A tabela entretanto, mostra que, quanto maior fôr a hereditabilidade do character, menor será o número de filhas necessário para obter-se o mesmo nível de precisão. Exemplo: o julgamento baseado em 10 filhas, de character cuja hereditabilidade é 0,60, é aproximadamente equivalente a outro, baseado em 20 filhas, cuja hereditabilidade é de 0,30.

Em geral, naturalmente quanto maior a hereditabilidade de um character, menor importância tem a prova de progênie, como método de avaliação do valor para reprodução, exceto quando o character é manifestado somente em um sexo.

O número de filhas necessário para provar um touro, deve ser considerado como uma escolha entre a *precisão do julgamento de cada touro* e o *número de touros que podem ser provados*.

Usando-se poucos touros, mas provando-os com muitas filhas, cada prova é muito precisa, mas o número de touros provados será pequeno, e a seleção entre os touros fica, portanto, limitada. O outro extremo é provar muitos touros, com poucas filhas, e então o julgamento poderá carecer de precisão, mas o campo para seleção será maior.

Cada filha recebe metade dos gens de sua mãe, e a questão seguinte é, portanto, como devemos considerar a influência do genótipo da vaca, quando calculamos o valor genético de um touro. A vaca, individualmente, pode desviar-se consideravelmente da média do rebanho, ou da raça, mas se as vacas são

uma amostra, não selecionada da população total, seu genótipo médio aproxima-se tanto mais da média da população, quanto maior fôr a amostra. Portanto, quando o touro é acasalado com um grande número de vacas não selecionadas, a produção das vacas pode ser desprezada na prova de progênie. Quasi sempre, entretanto, as vacas são altamente selecionadas e, em tais casos, é necessário um desconto para esta seleção.

O "equal parents index" ( $I = \bar{24} - \bar{X}$ ) é baseado na suposição de que tôdas as diferenças entre os indivíduos são herdadas ( $h^2 = 1$ ), e esta suposição, para a maioria dos caracteres quantitativos, está muito longe da verdade. Além disso, não é considerada a relação entre o tamanho da amostra (n. de comparação) e a precisão da prova.

Para remediar êstes inconvenientes, deve-se considerar a regressão das filhas em relação a suas mães, que pode ser expressa pela fórmula :

$$R = \bar{y} - 0,5h^2x$$

onde :  $\bar{y}$  = superioridade da média das filhas sôbre a média do rebanho.

$\bar{x}$  = superioridade da média das mães sôbre a média do rebanho.

R = regressão.

Quando não há dominância (a hereditariedade é aditiva), as filhas serão, em média, intermediárias entre seus progenitores, e a fórmula passa a ser :  $2\bar{y} - h^2x$ .

Na aplicação da prova de progênie, devem ser distinguidas três situações diferentes, decorrentes das condições do ambiente :

a) Todos os touros são provados no mesmo rebanho, no qual o nível das condições de ambiente é mantido constante. Neste caso, o valor genético do touro, pode ser calculado pela fórmula:

$$VG = b (\bar{y} - h^2 \bar{x}) + \bar{A}$$

onde: A média do rebanho e VG o valor genético do touro.

b) Cada touro é provado em um ambiente diferente. Esta é a situação que deparamos na prática, quando as provas de progênie são feitas em rebanhos separados. Em tais casos há uma correlação entre a produção das filhas, não só porque elas têm o mesmo pai, mas também porque elas são mantidas em um ambiente comum. Aqui, o valor genético do touro nunca pode ser conhecido com precisão, mesmo com um número muito grande de filhas, porque todas as filhas poderão desviar-se na mesma direção.

Se a variação entre os ambientes é muito maior, que a variação devida aos touros, somente se pode conseguir uma prova do touro muito imprecisa, mesmo quando êle tem um grande número de filhas, porque a produção média destas mostra, principalmente, a qualidade do manejo na fazenda.

E' necessário adaptar a prova de progênie às condições na qual é feita.

Se as diferenças genéticas entre os rebanhos são fracas, e podem ser consideradas como insignificantes, todas as diferenças entre os rebanhos podem ser desprezadas, e as filhas do touro, assim como suas mães, são comparadas à média real do rebanho, ou aos animais da mesma idade pertencente ao mesmo rebanho. Nêste caso o valor genético do touro é:

$$VG = 2b [ (\bar{y} - \bar{A}\bar{y}) - 0,5h^2 (X - \bar{A}\bar{x}) ] + \bar{P}$$

onde :

$\bar{A}_y$  = média do rebanho na época da produção das filhas.

$\bar{A}_x$  = média do rebanho na época de produção das mães.

$\bar{P}$  = média da raça

tendo os demais símbolos os significados anteriormente dados.

Se as diferenças genéticas entre os rebanhos, isto é, a hereditabilidade dessas diferenças, são conhecidas, P pode ser substituído na fórmula por :

$$\Delta h = 2h^2 = (\bar{A} - \bar{P}) + \bar{P}$$

c) *Todos os touros comparados são utilizados ao acaso, em rebanhos mantidos em condições muito diferentes.* E' o caso dos touros empregados em associações ou postos de inseminação artificial.

Quando os touros são empregados ao acaso, não é necessária uma correção para a produção das mães. Cada filha pode ser julgada pelo afastamento que apresenta, em relação à média do rebanho, e o touro pode assim ser julgado em relação ao afastamento médio de suas filhas :

$$VG = 2b \frac{\sum (\bar{y} - \bar{A}_y)}{n} + P$$

#### COMPARAÇÃO ENTRE A PRECISÃO DA AVALIAÇÃO DO VALOR GENÉTICO BASEADO NAS PRODUÇÕES INDIVIDUAIS, COM A PRECISÃO DA PROVA DE PROGÊNIE

A precisão com a qual o valor genético pode ser calculado, baseado na produtividade individual, é expressa pela hereditabilidade do carácter ( $h^2$ ). Como se viu anteriormente (tabela de  $h^2n$ ), a hereditabilidade de caracteres, como a produção de

leite, pode ser aumentada considerando-se a média de várias produções do mesmo indivíduo. A correspondente precisão na prova de progênie em um grande rebanho, onde as influências do ambiente são distribuídas ao acaso, é expressa pela fórmula de regressão :

$$R = \frac{n \cdot 0,25 h^2}{1 + (n - 1) \cdot 0,25 h^2}$$

Portanto, para que haja a mesma precisão nos dois processos, é necessário que :

$$h^2 n = \frac{n \cdot 0,25 h^2}{1 + (n - 1) \cdot 0,25 h^2}$$

Assim, tirando-se o valor de  $n$  da equação acima temos o número de filhas necessário para que a prova de progênie tenha a mesma precisão que aquela obtida com a produtividade individual :

$$n = \frac{h^2 n (0,25 h^2 - 1)}{0,25 h^2 (h n^2 - 1)}$$

Quando a hereditabilidade é igual a 0,30, como é o caso da produção de leite, baseada numa lactação, são necessárias cinco filhas de um touro para que a sua prova de progênie tenha a mesma precisão. Se o valor genético das vacas é apreciado através da média de cinco lactações, ( $h^2 n = 0,58$ ) e o touro é provado por filhas com apenas uma lactação cada, são necessárias dezessete filhas para obter-se uma precisão equivalente.