

HERITABILIDADE DA PRODUÇÃO DE LEITE

RAUL BRIQUET JUNIOR

Universidade Rural do Brasil

A heritabilidade é, como se sabe, uma relação de variâncias. É a relação entre a variância devido às diferenças genéticas dos componentes de uma população e a variância total. Esta última engloba a variância genética e a variância devido ao meio bem como, se houver, a variância devida a possíveis interações entre genótipos e meio. Dêsse modo, a relação VG/VT (sendo VG = variância genética e VT = variância total), que é a heritabilidade, estabelece um contraste entre as influências genéticas e as ambientes na variação de um característico (numa população).

No chamado sentido **restrito**, a variância genética inclui apenas aquela causada pelos efeitos aditivos dos gens dos genótipos componentes da população. No sentido **lato**, essa variância genética inclui os efeitos aditivos e ainda os efeitos não aditivos (dominância e epistasia), que possam ocorrer entre os gens dos genótipos.

O conhecimento da heritabilidade é fundamental em trabalho de melhoramento de rebanhos. A taxa de progresso genético que se obtém de uma geração para outra, como resultado de seleção, é função da intensidade da seleção praticada (diferencial de seleção) e da heritabilidade do caráter que se está trabalhando. A heritabilidade é, pois, um parâmetro básico para o melhorista. O próprio tipo de seleção que se deve praticar é função dessa heritabilidade. Se ela é alta, significa evidentemente que é alta a correlação entre genótipo e fenótipo do indivíduo e, portanto, a seleção individual, fenotípica é eficiente. Se ela é baixa (como ocorre com os característicos econômicos dos animais domésticos), aquela correlação é baixa e, como se trata do melhoramento genético, devemos usar outros meios, capazes de melhor indicarem os genótipos dos in-

divíduos (como seleção pela progênie, seleção familiar, pela genealogia etc.).

Do ponto de vista do melhorista, a heritabilidade que interessa é a no sentido **restrito**. Esta é a que dá a parte "herdável" no sentido rigoroso do termo e não a heritabilidade no sentido lato. Porque a parte devida a efeitos de dominância e da epistasia resultam da relação de gens numa certa combinação e, na segregação dos gens, tais combinações não se transmitem como unidades, mas segregam, desaparecendo, pois, muitas vezes, na descendência. Neste sentido é que se diz que a parte não **aditiva** não é "herdável". Não que não seja controlada por gens e portanto transmissível, mas no sentido de não se transmitir "em bloco", como unidade, na combinação em que se achava. Já a parte devida aos efeitos aditivos, exatamente por causa desse efeito aditivo, unitário, individual de cada gen, se transmite tal qual é na segregação gênica.

Sendo uma relação de variâncias, é evidente que a heritabilidade varia de valor conforme variem o numerador ou o denominador da relação. Assim, se o grupo de genótipos se torna mais homogêneo, variando menos geneticamente, o numerador diminui e a heritabilidade cai. Se há um controle do meio, diminuindo a variância ambiente e, portanto, a total, a heritabilidade aumenta. E toma diferentes graus conforme simultaneamente variem as duas partes. Quanto menor a variância devida às diferenças genotípicas, mais a variância do caráter corre por conta do meio e vice versa, podendo a heritabilidade ser zero (quando a variância é devida apenas ao meio) e ser igual a 1 (quando a variância apresentada pela população for causada apenas pelas diferenças genotípicas dos seus componentes).

Por isso, a heritabilidade é um conceito estatístico, isto é, populacional, que varia de rebanho para rebanho e com as condições de manejo e de acasalamentos num mesmo rebanho. Mais ainda, varia de acordo com o método estatístico empregado em determiná-la, que pode ser menos ou mais preciso e pode incluir maior ou menor porção da parte aditiva, não aditiva e possíveis interações. Por isso, a rigor, a heritabilidade é um dado que deve ser determinado em cada rebanho e só nele deve ser aplicado. Foi isso que levou o eminente R. A. FISHER a dizer que "a heritabilidade é dessas cousas infelizes que surgem na biometria por falta de melhor análise das questões". Conforme a habilidade controladora de experimentador, continua ele, a heritabilidade dá um valor diferente, embora se trate de um mesmo rebanho e de um mesmo caráter medido.

A produção de leite é característica de heritabilidade baixa, variando o seu valor, via de regra, entre 0,25 e 0,4. As vezes, entretanto, surgem uns valores altos, como, 0,58 ou até 0,9, que costumam trazer confusão aos menos avisados. Embora, como dissemos, seja variável a relação das variâncias, de um rebanho para outro e dentro do mesmo rebanho, as variações não costumam ser tão grandes. Nêstes casos, há uma associação de circunstâncias determinando tais oscilações. São elas a natureza dos dados, e o método estatístico empregado, o qual, por sua vez, está ligado a essa natureza dos dados. E' sobre isso que desejamos fazer alguns comentários.

Segundo JOHANSSON, podemos grupar os dados que forneceram dados para a heritabilidade da produção de leite, em três categorias: a) dados de campo; b) dados de estações experimentais; e, c) dados de gêmeos monoziigóticos.

E' evidente que, em cada categoria dessas, os dados são de estrutura diferente e isso, associado às diferenças de métodos estatísticos usados, explicam a grande divergência de valores de heritabilidade. No grupo (a) as determinações vão de 0,25 a 0,43. No grupo (b) a determinação foi de 0,58 e no grupo (c) os valores encontrados foram de 0,75 a 0,90.

No grupo (a), de campo, não há contrôle do manejo e, principalmente, da alimentação. Nos dados de estações experimentais, tal controle é maior (alimentação, cuidados gerais, época de parição etc.). No grupo (c), trata-se de uma população especial (gêmeos), inteiramente diversa de rebanho em geral.

GRUPO DE CAMPO

O método geralmente empregado para esses dados é o da regressão das filhas sobre as mães, em base intra-paterna. Trabalha-se dentro de um mesmo rebanho, para evitar influências de variação de um rebanho para outro, especialmente as de manejo. Grupos de fêmeas, servido cada grupo por um mesmo macho, fornecem os elementos de análise. As produções dessas fêmeas e das respectivas filhas são anotadas e procede-se a uma análise de covariância dos dados. O coeficiente de regressão dentro dos touros, multiplicado por 2, dá a heritabilidade. Esse método tem como se sabe, características próprias: 1) é prático, aplicável a rebanhos onde há muitas fêmeas e poucos machos, como é o caso usual do gado leiteiro; 2) os filhos de um mesmo touro tendem a ser contemporâneos e cria-

dos no mesmo rebanho, evitando-se assim variância de um rebanho para outro, ou variações devidas a análise de indivíduos em idades e épocas muito diferentes; 3) como a análise é baseada nas diferenças **entre as fêmeas**, dentro de um mesmo macho, evitam-se as influências devidas ao sistema de acasalamento (desde que não haja afastamento muito grande do regime ao acaso, de um macho para outro); 4) como se utiliza da regressão, permite a inclusão de vacas (mães) selecionadas, que é a situação usual em rebanho leiteiro, sem prejudicar a determinação da heritabilidade.

Por outro lado, o método apresenta possíveis desvantagens. Assim, com relação ao item (3), ele só analisa diferenças **entre fêmeas** dentro de um mesmo macho e não inclui (se houver), possíveis diferenças genéticas entre os grupos de fêmeas (fêmeas selecionadas pelo linebreeding relativo a diferentes machos, por exemplo). Também não analisa, se ocorrerem, diferenças fenotípicas entre os grupos de fêmeas (fêmeas de rebanhos diferentes ou com diferente manejo geral). Tais diferenças **entre grupos** deixam de ser analisadas. Usualmente, elas não são importantes, se se trata de um mesmo rebanho e em regime de acasalamento não muito afastado do acaso, para os diversos grupos de fêmeas entre si.

As filhas e as mães, num mesmo rebanho, tendem a receber um mesmo manejo e isso pode contribuir para elevar a semelhança entre mães e filhas e, portanto, a heritabilidade do caráter medido. Usualmente, tal influência não é muito importante.

Esse método determina a heritabilidade no sentido **restrito**, incluindo, porém, um pouco de variância devido à epistasia. Como dissemos, os dados dos diferentes autores, com esses dados e esse processo estatístico, variam de 0,25 (LUSH & SCHULTZ, 1936) a 0,43 (RENDEL, 1947).

GRUPO DE ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS

Nos dados de Estações experimentais, há melhor contrôlo do manejo geral. As diferenças de uma Estação para outra são evitadas trabalhando-se dentro de uma mesma Estação e influências devidas a acidentes climáticos eventuais tendem a ser eliminadas, trabalhando-se dentro de um mesmo ano, com material mais ou menos homogêneo quanto a vários aspectos, como época de parição etc. São Estações experimentais, como as da Dinamarca, criadas especialmente para testes de pro-

gênie. Nelas, 15-20 filhas de cada touro (empregado pela inseminação artificial) são trazidas para a Estação, onde são convenientemente testadas, bem como suas filhas. As filhas de cada grupo de fêmeas, por touro, formam uma amostra de meio-irmãs, que, em análise apropriada, permitem determinar a variância entre-machos, da qual se extrai a heritabilidade. Feito o quadro de análise que os dados permitem, e determinadas as componentes de cada variância (total, entre-machos, entre-fêmeas, entre indivíduos da mesma progênie) a correlação intra-classe das meio-irmãs dá a heritabilidade. Essa correlação é obtida pela relação total entre-machos multiplicada por 4.

Tal método estatístico, cujos detalhes não teriam cabimento aqui, é pois, um método baseado nas meio-irmãs e é menos preciso do que o método anterior. Inclui efeitos aditivos e não aditivos (epistáticos). Efeitos ambientes que possam influir na correlação entre meio-irmãs são multiplicados por 4, dando como resultado valores geralmente mais altos para a heritabilidade.

Em 1954, JOHANSSON, por êsse processo, obteve o valor 0,58 para heritabilidade da produção de leite.

GÊMEOS MONOZIGÓTICOS

Antes de mais nada, é preciso lembrar que tais dados fornecem valores de heritabilidade que não podem ser usados nos trabalhos de melhoramento usuais, visto que se referem a um grupo especial (gêmeos). A heritabilidade determinada só deve ser interpretada e aproveitada como uma simples correlação dentro de pares de gêmeos, numa população de gêmeos. Nada além disso. Também essa heritabilidade é a do sentido lato, em vez de restrito e, via de regra, dá os valores máximos que se obtêm.

Com vários pares de gêmeos monozigóticos, a relação entre a variância entre pares e a variância total dá a heritabilidade. Como os gêmeos monozigóticos têm a mesma carga genética (em cada par) a variância entre-pares é atribuível às diferenças genéticas de cada par, admitindo-se meio igual para todos os pares, o que é teórico. A variância entre pares inclui efeitos aditivos, não aditivos, efeitos do meio (de um para outro par) e interações possíveis entre genótipos e meio. Essa variância, em face dessa composição, tende a ser maior do que a de um grupo contemporâneo ao acaso, na mesma população. A vari-

ância total é a soma da variância entre-pares e a variância dentro dos pares. A variância dentro, por sua vez, tende a ser menor do que um grupo não gêmeo, da mesma população, porque as influências ambientes dentro de cada par tendem a ser menores. Os membros do par tendem a receber mesmo meio e têm o mesmo ritmo de desenvolvimento, recebendo, pois, as influências no mesmo estágio. Além disso, como os genótipos são iguais, não há interação genótipo-meio diferente, dentro de cada par. Pelo que foi dito atrás, explica-se pois porque essa heritabilidade é no sentido lato e porque dá resultados maiores do que as obtidas nos outros processos. Fica, ainda, facilmente compreensível, o fato de ser uma heritabilidade de interpretação própria, não comparável com as outras e muito menos utilizável nos trabalhos usuais.

As determinações com o método acima deram resultados de 0,75 a 0,90.

Há outros métodos baseados em gêmeos. Uns incluem gêmeos monozigóticos e dizigóticos. Os resultados com esses dois grupos de gêmeos são, via de regra, menores do que os obtidos com gêmeos monozigóticos, mas continuam altos em relação aos obtidos por outros processos. Modernamente, técnicas especiais de análise estatística (como gêmeos em blocos ao acaso incompletos) estão sendo aplicadas com maior precisão. De qualquer modo, porém, as amostras são sempre pequenas com esses dados e, além do mais, como dissemos, a heritabilidade determinada tem interpretação e aplicação específicas, diferentes das outras.

Outros aspectos interessantes do assunto podem ser mencionados. Assim, por exemplo, a questão de heritabilidade da primeira ou da segunda lactação. As pesquisas mostram que o coeficiente de heritabilidade da primeira lactação é mais alto que o da segunda. Provavelmente, porque as influências ambientes são maiores sobre a segunda lactação (o intervalo parto-monta, por exemplo, exerce influência sobre a segunda, mas não existe em relação à primeira). Os trabalhos de RENDEL (1947) dão uma heritabilidade = 0,43 para a primeira lactação e 0,24 para a segunda.

Outro exemplo estaria nos coeficientes obtidos quando se divide o rebanho em grupos de alta, média e baixa produção. Em cada um deles, determinada a heritabilidade, ela se mostra mais alta no grupo mais produtivo e mais baixa no de menor produção. Aqui entram ainda, as influências de manejo, pois é sabido que as vacas costumam ser alimentadas em função da própria produção.

As pesquisas de GRAVERT (1958) mostram :

Grupo	heritabilidade
alta produção	0,30
média	0,21
baixa	0,13

O assunto é, pois, muito interessante e deve ser comentado para boa interpretação das pesquisas e evitar confusões. Na pequena lista bibliográfica que se segue, poderão ser obtidos maiores informes sôbre os tópicos aqui mencionados.

REFERÊNCIAS

- FALCONER, D. S., 1960 — **Introduction to quantitative Genetics**. O Boyd, London.
- FISHER, R. A., 1951 — Limits to intensive production in animals. **Brit. Agric. Bull.**, 41.
- FRANGANILLO, A. R., 1960 — **Métodos de medida de la Herdabilidad**, Univ. Sevilla, Cordoba.
- FUCHSLOCHER, A. et. al., 1963 — Métodos de estimacion de la herdabilidad de la produccion de leche. **Soc. Med. Vet. Chile XIII**: 1.
- HANCOCK, J., 1954 — Monozygotic twins in cattle. **Advances in Genetics VI**.
- JOHANSSON, I., 1961 — **Genetic aspects of dairy cattle breeding**, Univ. Illinois Press.
- LUSH, J. L., 1940 — Intra-sire correlations or regressions of offspring on dams as a method of estimating heritability of characteristics. **An. Proc. Amer. Soc. Animal Prod.**