



Panorama da **AQUICULTURA**




2014

VAMOS CRESCER?

O QUE O FUTURO NOS RESERVA?

ANÁLISES, TENDÊNCIAS E PREVISÕES





Na edição passada o nosso artigo “Conceitos de melhoramento genético ao alcance de todos” apresentou o conceito de seleção como um processo de escolha de quais animais serão utilizados como pais (reprodutores) da próxima geração. Também foi colocado que a seleção é uma das ferramentas do melhoramento genético, cujo objetivo busca melhorar o valor genético médio da população. Nesta edição vamos abordar como ocorre o efeito da seleção dependendo do tipo de característica que está sob seleção.

Seleção genética de caracteres qualitativos e quantitativos

Por:

Prof. Dr. Heden Luiz Marques Moreira - heden@ufpel.edu.br

Universidade Federal de Pelotas - Departamento de Zoologia e Genética

Prof. Dr. Alexandre W.S. Hilsdorf – wagner@umc.br

Universidade de Mogi das Cruzes - Laboratório de Genética de Organismos Aquáticos e Aquicultura

Harold Julien Perez Gutierrez – hajupegu@gmail.com

Mestrando da Universidade Federal de Pelotas – Programa de pós-graduação em Zootecnia

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - rilke@dzo.ufla.br

Universidade Federal de Lavras - Departamento de Zootecnia

Muito se tem avançado no sentido de estabelecer as relações que existem entre o genótipo e o fenótipo para as espécies utilizadas na aquicultura. O entendimento destas relações serve de base para orientar o tipo de seleção a ser empregada e também para avaliar os resultados desta sobre o valor médio da população. Portanto, estas relações estão estritamente ligadas aos objetivos da seleção e em muitos casos direcionam os sistemas produtivos. Hoje o mercado nacional e mundial têm aumentado as exigências, é por isto que o interesse de conhecer fenômenos (ou as relações entre genótipo e fenótipo) antes ignorados vem tomando importância. O conhecimento do funcionamento das variações genéticas e como estas influenciam o fenótipo dos indivíduos geram informações importantes para definição das estratégias de seleção a serem adotadas. As características (ou fenótipos) podem ser subdivididas em dois grupos: as qualitativas e as quantitativas. Como exemplos de características qualitativas, podemos citar: a coloração, presença ou ausência de escamas, resistência ou tolerância a algumas doenças, etc. Como características quantitativas podemos citar peso, comprimento padrão, comprimento total, largura do peixe, ganho de peso diário, conversão alimentar, rendimento, peso do filé, idade da maturação, número de ovos por quilo de peixe, etc.

A questão a ser colocada é: que aspectos fazem com que a natureza da característica possa influenciar a estratégia de seleção? Para responder a esta questão precisamos então elencar os fatores que são levados em conta para fazer este agrupamento.

Características qualitativas

Como o próprio nome diz, uma característica qualitativa se refere a uma qualidade, ou um atributo que não é medido (mensurado) e, geralmente, afeta a aparência do animal. Em gado, por exemplo, a falta de chifres (animal mocho) é um fenótipo selecionado para algumas raças, ou mesmo aves de penugem branca são mais desejáveis, pois penas escuras podem deixar marcas na pele, o que causa um aspecto indesejável quando da remoção das mesmas. Já em peixes, a coloração é um importante atributo para agregar valor ao produto final. Temos, como exemplos, a tilápia vermelha, que em muitos locais é conhecida como Saint-Peter, e que na verdade compreende peixes oriundos de cruzamentos de diferentes espécies de tilápia, ou mesmo uma variedade de vermelha conhecida como Red-Stirling, que é uma nilótica vermelha. Em trutas, a seleção de uma variedade com dorso mais azulado foi uma exigência do mercado japonês, o que levou os criadores chilenos a selecionarem animais com esta característica. Fenótipo albino para jundiá (*Rhamdia quelen*) pode ser uma característica atrativa para ser incorporada em programas de melhoramento para esta espécie bastante popular no sul do Brasil (Figura 1).

Características qualitativas são consideradas variáveis discretas, isto é, aparecem nas populações em algumas poucas variações do fenótipo. Um aspecto muito importante é que estas características qualitativas são controladas por um ou por poucos genes. Por serem controladas por um ou poucos genes (genótipos discretos) é que se têm poucas classes fenotípicas (poucos fenótipos). Outro aspecto muito importante usado para esta classificação das características é com relação à influência que o ambiente exerce sobre o fenótipo resultante. É de consenso geral que para uma característica (fenótipo) qualitativa a influência do ambiente é pequena. Isto também contribui para que o número de classes fenotípicas seja pequeno. Baseado nestes aspectos se diz que uma característica qualitativa possui uma alta herdabilidade (representada por h^2). Comentamos este conceito no artigo passado, mas vale a pena relembrar: esta medida genética é a relação entre a variância genotípica e a variância fenotípica para a característica em questão, ou, em outras palavras, o quanto da variação fenotípica que se observa é resultado da variação genética (ou dos diferentes genótipos para a característica que se está analisando).

A coloração da carpa (*Cyprinus carpio*) reportado na literatura é um clássico exemplo de como uma característica qualitativa pode direcionar um sistema produtivo. A coloração dourada da carpa é produto de um gene (lôcus em latim ou loco em português) com dois alelos (vide artigo anterior). Podemos dizer então que este gene possui duas variantes, o alelo A e o alelo a, sendo que a interação entre eles é de dominância completa de A sobre a. Os genótipos para este locus são AA, Aa e aa, sendo que AA e Aa possuem

(Fotos a, b, e, f autores; fotos c e d Roberto Neira)

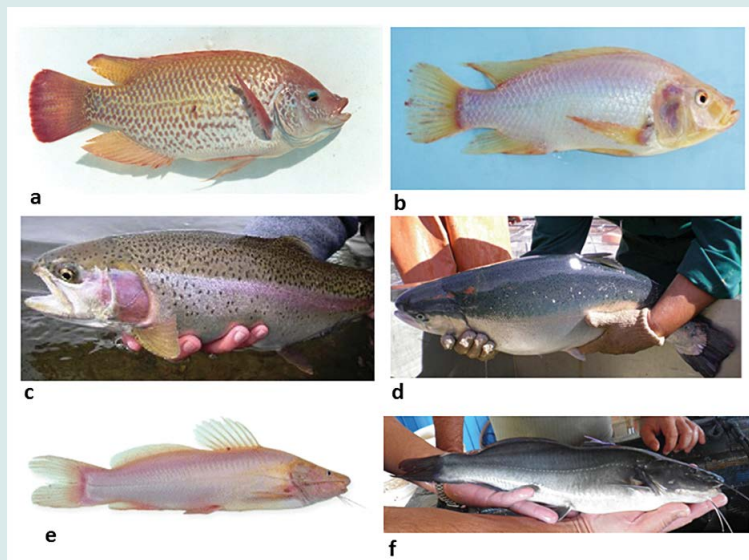


Figura 1 - Fenótipos qualitativos em três espécies de peixes de importância econômica

- a) Tilápia vermelha híbrida proveniente de Israel, ND-56/APT
b) Tilápia vermelha nilótica, variedade Red-Stirling
c) Truta arco-íris coloração selvagem
d) Truta arco-íris "blue back" (dorso azulado)
e) Jundiá albino
f) Jundiá selvagem

a coloração chamada silvestre e aa a coloração dourada. Os genótipos AA e aa são homozigotos (possuem alelos iguais) e Aa é heterozigoto (possui alelos diferentes). Os genótipos "AA" e "Aa" produzirão o fenótipo dominante e o "aa" o fenótipo recessivo. Vemos claramente neste exemplo uma característica qualitativa, pois temos apenas um gene, com dois alelos, resultando em 3 genótipos (AA, Aa e aa) e apenas duas classes fenotípicas (coloração silvestre ou coloração dourada). Para esta característica o ambiente influencia muito pouco e, portanto sua herdabilidade será alta. Se o interesse do mercado é fixar a coloração dourada na população, uma metodologia de seleção que permita atingir este objetivo pode ser realizada de acordo com a Figura 2. Considerando que em uma população de carpa se encontram machos com o genótipo AA e fêmeas com o

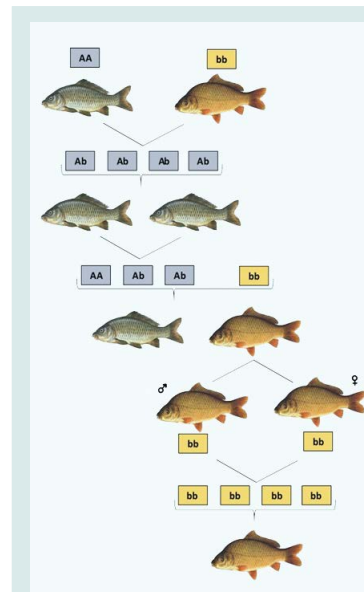


Figura 2 - Seleção de uma característica qualitativa controlada por um único locus com dois alelos (A e a). Expressão de uma característica qualitativa recessiva utilizando seleção de indivíduos com fenótipo desejado

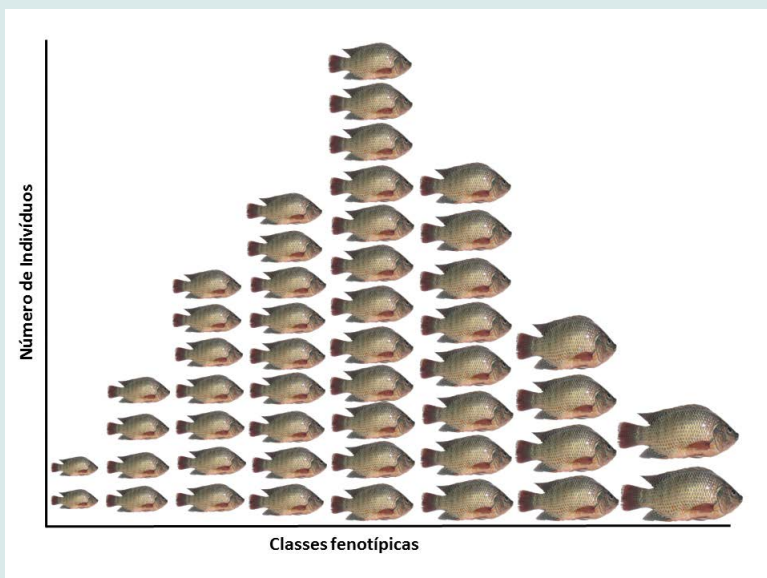


Figura 3 - Representação gráfica da dispersão dos indivíduos em classes fenotípicas de tamanho ao abate em relação à média populacional

genótipo aa a sua descendência (F_1) será heterozigota (Aa), ao realizar o acasalamento desses indivíduos a sua prole ou F_2 , teria uma porcentagem de 25% deles com o genótipo aa, portanto a seleção de machos e fêmeas do núcleo de matrizes com coloração dourada produzirão 100% de indivíduos com o atributo desejado. Outro exemplo bastante semelhante é o caso do albinismo em jundiá (*Rhamdia quelen*). Esta característica também é controlada por um único locus, neste caso o gene da tirosinase. A tirosinase é uma enzima importante na síntese dos pigmentos de melanina (eumelanina e feomelanina). No caso do jundiá, existem dois alelos, um que produz a enzima tirosinase e o outro com defeito que não produz a tirosinase. Temos aqui também três classes de genótipos, que podemos representar também com as letras A e a, sendo então AA, Aa e aa. Os genótipos AA e Aa produzem o jundiá cinza e o genótipo aa produz o jundiá albino. Neste caso também temos duas classes fenotípicas (cinza e albino).

Características quantitativas

As características quantitativas ou métricas podem ser medidas (mensuradas). Essas características são consideradas de muita importância na produção, pois como citado anteriormente, elas se referem a variáveis como peso, comprimento total, velocidade de crescimento, conversão alimentar, rendimento, peso de filé, número de ovos/kg de peso, etc. que representam o rendimento econômico do sistema produtivo seja aquícola ou referente a qualquer sistema de produção animal. Essas características chamadas de quantitativas ou contínuas são o resultado da ação de muitos fatores (genes) sendo esta uma das principais diferenças em relação às características qualitativas. Tanto as quantitativas como as qualitativas são influenciadas pelo ambiente, mas é claro que quando um determinado atributo é controlado por um número muito grande de genes este se faz mais influenciável por fatores ambientais. É por este aspecto que dizemos que as características quantitativas são altamente afetadas por variações externas, em muitos casos impossíveis de serem controladas. Além de

"Quando um número razoável de peixes for pesado e medido, poderemos observar uma distribuição na forma de sino cada vez maior, a qual é impossível agrupar os dados em classes distintas. A consequência disto é que teremos uma menor confiança no valor fenotípico como um guia para prever o valor genético de um animal."

sofrerem maior influência do ambiente, as características quantitativas apresentam valores de herdabilidade menores, em geral de baixa a média herdabilidade. Como colocado anteriormente, este conceito se refere à relação existente entre a variância fenotípica e a variância genotípica, sendo a variância definida como a variação (ou dispersão) de um conjunto de dados ao redor da média da população (Figura 3).

As características quantitativas são conhecidas como variáveis contínuas, as quais utilizam ferramentas estatísticas que permitem obter informação sobre a homogeneidade (uniformidade) ou heterogeneidade (desuniformidade) de uma população. Considerando então que a herdabilidade é de baixa a média, podemos antever que o progresso genético ou o resultado da seleção deste tipo de característica em relação às qualitativas será menor. Portanto, o progresso genético para as características quantitativas é mais demorado que o das qualitativas.

Na figura 3, podemos observar a distribuição de sete classes de tamanho final de abate em tilápias, característica esta, taxa de crescimento, quantitativa. Se forem coletados dados de outros peixes, provavelmente teremos valores diferentes e, conseqüentemente, mais classes fenotípicas aparecerão. Quando um número razoável de peixes for pesado e medido, poderemos observar uma distribuição (dispersão de valores) na forma de sino (conhecido como distribuição normal dos dados) cada vez maior, a qual é impossível agrupar os dados em classes distintas. A consequência maior disto é que teremos uma menor confiança no valor fenotípico como um guia para prever o valor genético de um animal.

"Qualquer que seja o tipo de seleção a ser empregado em um programa de melhoramento de fenótipos quantitativos é fundamental que sejamos capazes de controlar as variáveis ambientais de maneira a diminuir a variação fenotípica entre os indivíduos devido a diferenças ambientais."

Respondendo a questão posta anteriormente “que aspectos fazem com que a natureza da característica possa influenciar a estratégia de seleção? Certamente podemos dizer que a herdabilidade é um desses aspectos. Se as características nestes dois grupos possuem herdabilidades de magnitudes diferentes e, se uma das funções da herdabilidade no estudo genético diz respeito ao seu papel preditivo, as predições serão mais ou menos confiáveis quanto maiores ou menores forem as herdabilidades. Paralelamente a isto, também podemos dizer que a resposta à seleção poderá ser maior ou menor dependendo dos valores de herdabilidades que estes grupos de características possuem. Portanto, fica claro que a natureza da característica (qualitativa ou quantitativa) pode influenciar na estratégia de seleção e na velocidade com que os objetivos da seleção são alcançados.

Tipos de seleção em programas de melhoramento

Qualquer que seja o tipo de seleção a ser empregado em um programa de melhoramento de fenótipos quantitativos é fundamental que sejamos capazes de controlar as variáveis ambientais de maneira a diminuir a variação fenotípica entre os indivíduos devido a diferenças ambientais. O que o produtor deseja é selecionar os melhores reprodutores devido a genes superiores que eles possuem e não porque eles são superiores por estarem em um ambiente mais favorável (temperatura, melhor alimentação, disponibilidade de oxigênio, entre outros).

Em um programa de melhoramento, diferentes métodos de seleção podem ser realizados dependendo do que se deseja melhorar no conjunto de fenótipos de interesse econômico.

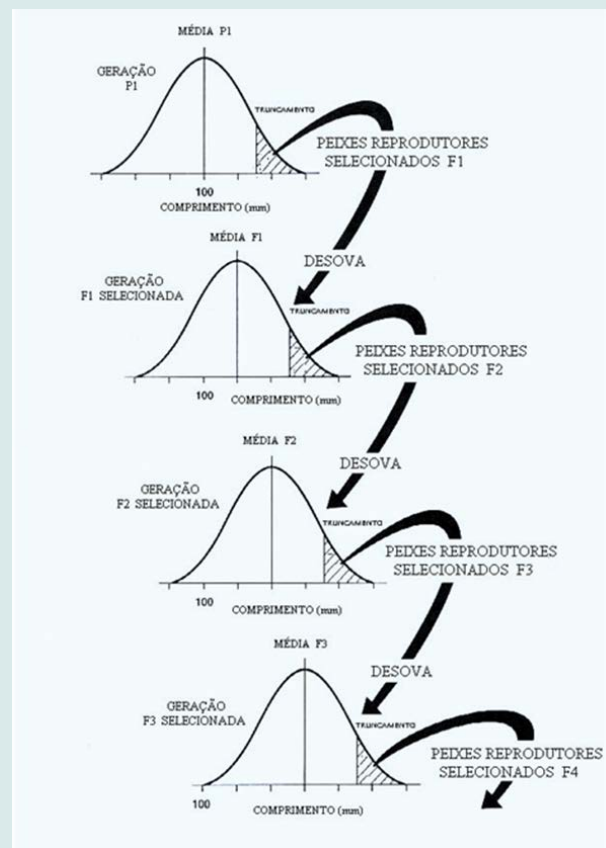


Figura 4 - Diagrama esquemático da seleção individual para melhorar a taxa de crescimento selecionando por aumento em comprimento. A Figura mostra quatro gerações de seleção e mostra como o comprimento pode ser melhorado (Fonte, Tave, 1995)

É importante salientar que o estabelecimento de um programa de melhoramento deve ser avaliado caso a caso, e muitas vezes um programa será específico para uma propriedade rural devido as variáveis próprias do sistema de criação. Os métodos de seleção disponíveis são: seleção individual ou seleção massal, seleção de pedigree, seleção de família, seleção dentro de família, seleção combinada (dentro e entre famílias) e teste de progênie.

Na seleção individual ou massal a decisão de selecionar (escolher) determinados animais é baseada no valor fenotípico destes. Em outras palavras, o fenótipo escolhido a ser selecionado de cada peixe será comparado a um valor escolhido pelo melhorista baseado na distribuição dos fenótipos da característica escolhida do plantel da propriedade. O peixe a ser selecionado deve apresentar valor fenotípico igual ou superior ao valor escolhido como limite para seleção (Figura 4). A seleção massal resulta em ganhos genéticos rápidos, observados nas gerações posteriores à seleção e pode ser realizada sem muita estrutura física para reprodução e manutenção dos animais selecionados. Contudo, o produtor deve estar atento porque este tipo de seleção, feita de forma consecutiva e bastante intensiva, dependendo do tamanho da população sob seleção, pode levar ao aumento da consanguinidade. Isto decorre do fato de que os pedigrees não são conhecidos e, conseqüentemente, animais aparentados podem ser selecionados, sendo que posteriormente o acasalamento deles irá produzir animais consanguíneos. Outra limitação deste tipo de seleção é com relação ao número de características que podem ser selecionadas

ao mesmo tempo. Normalmente este tipo de seleção se restringe a uma ou duas características por vez.

Com relação ao método de seleção baseado no pedigree, os animais selecionados são escolhidos baseados no desempenho dos pais, avós e mesmos ancestrais mais distantes. Este método de seleção geralmente é de valor limitado se outras fontes de informação estiverem disponíveis, portanto, praticamente não é utilizado. No método de seleção de famílias, as famílias são classificadas pelo desempenho médio de cada família e a escolha dos animais é resultado da escolha das famílias. Neste tipo de seleção o descarte é das famílias e todos os animais de uma família que foi escolhida são mantidos no plantel. A seleção neste caso é resultado da diferença entre famílias e não entre indivíduos. Este método é preferido quando a herdabilidade da característica é baixa. Por outro lado, na seleção dentro da família os animais primeiramente são classificados de acordo com o desempenho individual dentro de cada família e depois são escolhidos os melhores dentro de cada família. No teste de progênie o valor genético de um indivíduo é obtido pelo desempenho de sua progênie. Este método é pouco utilizado em peixes (salvo para caracteres que não possam ser medidos no próprio animal) devido à alta prolificidade, já que outros métodos podem ser aplicados. Por último a seleção combinada, que utiliza mais de um método de seleção ao mesmo tempo no programa de melhoramento genético. A combinação mais simples é utilizar seleção individual e de família.

A escolha de um programa de seleção mais adequado às características que se deseja no produto final depende do conhecimento de variáveis, como sua herdabilidade e a resposta do genótipo ao ambiente ao qual está submetido. Programas de seleção mais complexos, como o que produziu a variedade GIFT muitas vezes dependem de estruturas maiores e geneticistas especializados. Contudo, programas de seleção mais simples podem ser realizados em uma escala menor pelo próprio produtor. É sobre isto que iremos discutir no próximo artigo, é espera para ler... ■

Leitura Complementar:

Beaumont, A., Boudry, P., Hoare, K., 2010. Genetic variation of traits. In: Biotechnology and genetics in fisheries and Aquaculture. Capítulo 5. p. 99-126. 2010.

Brito, M. F. G., Caramaschi, E. P., 2005. An albino armored catfish *Schizolecis guntheri* (Siluriformes: Loricariidae) from an Atlantic Forest coastal basin. Neotropical Ichthyology. 3: 123-125.

Tave, D., 1995. Selective breeding programmes or medium-sized fish farms. FAO Fisheries Technical Paper 352, FAO, Roma.

Eknath, A. E., M. M. Tayamen, M. S. Palada-de Vera, J. C. Danting, R. A. Reyes, E. E. Dionisio, J. B. Capili, H. L. Bolivar, T. A. Abella, A. V. Circa, H. B. Bentsen, B. Gjerde, T. Gjedrem and R. S. V Pullin. 1993. Genetic improvement of farmed tilapias: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments. Aquaculture 111: 171-188.

Khaw, H.L., Ponzoni, R.W., Hamzah, A., Abu-Bakar, K.R., Bijma, P., 2012. Genotype by production environment interaction in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture. 326-329: 53-60.



Industria e Comércio de Produtos Têxteis LTDA



ANTI-PÁSSARO PROTEÇÃO TOTAL ANTI-PÁSSARO SIMPLES INSTALAÇÃO BERÇÁRIO PARA TANQUE REDE REDE PARA DESPESCA

Redes para Piscicultura

Acompanhando o rápido desenvolvimento da aquicultura, a PAPYTEX oferece ao mercado excelentes produtos em multifilamento de nylon sem nós (raschel):

- Rede anti-pássaro (polietileno preta com proteção anti UV)
- Rede para despesca (com ou sem saco)
- Tanque-rede (tipo berçário) com ou sem tampa
- Rede para pesca profissional, amadora e rede de proteção

• Oferecemos a nossos clientes, atendimento personalizado, confeccionando redes e tanques sob medida com garantia e assistência, consulte-nos.



Rede anti-pássaro
(polietileno preta com proteção anti UV)

Fones: 55 + 11 2983-0778/2951-4060 - Fax: 11-2989-2799

papytex@osite.com.br - www.papytex.com.br




Efetue sua compra com cartão BNDES.
Consulte as formas de financiamento no site:
www.cartaobndes.gov.br