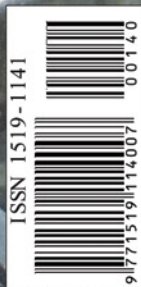





# Panorama AQUICULTURA



## AS LIÇÕES DO VIETNÃ

**UM PAÍS QUE SABE A IMPORTÂNCIA DA AQUICULTURA**

As rações ainda são nossas vilãs? • Projeto Ciência sem Fronteira - Alimentando o peixe de amanhã • Como fazer melhoramento genético em sua piscicultura • Norma NBR da Aquicultura: um tiro no pé? • Desoneração da carga tributária na aquicultura • As medidas que podem tornar o pescado mais competitivo e acessível ao consumidor • Aquicultura brasileira de luto pela morte do professor Castagnolli



Este é o quarto artigo de uma série iniciada na edição no 137-maio/junho de 2013. A ideia é apresentar aos leitores da Panorama da AQUICULTURA, em uma linguagem acessível, importantes aspectos e conceitos de genética e melhoramento, de maneira que produtores, estudantes e técnicos possam entender o que está por detrás de um alevino melhorado geneticamente, ou mesmo aplicar algumas metodologias básicas de melhoramento em seu plantel, de forma a aumentar os índices de produtividade dentro das particularidades de clima e realidade de sistema de produção da sua região.

# Como fazer melhoramento genético em sua piscicultura

As bases para o melhoramento genético por seleção individual em médias propriedades

Por:  
**Prof. Dr. Alexandre W.S. Hilsdorf**  
wagner@umc.br  
Universidade de Mogi das Cruzes  
Laboratório de Genética de Organismos  
Aquáticos e Aquicultura

**M.S. Caio Augusto Perazza**  
caiooperazza@gmail.com  
Doutorando da Universidade de  
Mogi das Cruzes  
Laboratório de Genética de Organismos  
Aquáticos e Aquicultura

**Prof. Dr. Heden Luiz Marques Moreira**  
heden@ufpel.edu.br  
Universidade Federal de Pelotas  
Departamento de Zoologia e Genética

**Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas**  
rilke@dzo.ufla.br  
Universidade Federal de Lavras  
Departamento de Zootecnia

O estabelecimento de um programa de melhoramento genético, seja ele por esforços multinacionais como foi o caso da tilápia GIFT ou mesmo realizado na própria piscicultura com o plantel em uso pelo produtor, requer alguns pressupostos para o seu sucesso, tais como conhecimento de princípios básicos de genética, investimento de recursos financeiros e, principalmente, tempo para que os resultados do processo de seleção sejam observados.

A primeira questão que surge ao médio aquicultor em relação ao melhoramento genético é: será possível implantar um programa de melhoramento na própria propriedade, que seja capaz de aumentar a eficiência produtiva e, por consequência, a lucratividade do seu agronegócio? O objetivo desse artigo é mostrar que isso é possível e ainda fornecer subsídios para que na prática o aquicultor possa, considerando as limitações de sua propriedade, promover seleção e acasalamento dentro do seu plantel, melhorando o desempenho produtivo geração após geração. As ideias expostas aqui são baseadas no trabalho "Programas de Seleção para Médios Piscicultores", de Douglas Tave, publicado pela FAO em 1995.

**E**xistem basicamente duas abordagens para melhorar o desempenho produtivo: uma é por meio de um programa de melhoramento para aumentar o ganho genético nos peixes que estão sendo cultivados e a outra é melhorar a forma como estes peixes estão sendo manejados (melhoria ambiental). As melhorias ambientais promovidas na propriedade, tais como uma melhor alimentação, manejo adequado e controle da qualidade de água, entre outras, produzem efeitos positivos mais imediatos na produtividade, porém, isto não significa que o potencial genético do plantel na propriedade está sendo melhorado, incorporando fenótipos de desempenho que serão herdados ao longo das gerações de forma definitiva.

Antes de se iniciar um programa de melhoramento genético na propriedade, o aquicultor deve ter em mente que o sucesso da seleção genética depende da sua capacidade de:

- 1) Estabelecer e manter registros zootécnicos bem controlados de seu sistema de produção;
- 2) Introduzir sistemas de gestão da produção;
- 3) Custear o processo de seleção genética;
- 4) Adotar e incorporar novas tecnologias em seus sistemas de produção.

Um programa de melhoramento genético tem como objetivo aumentar as taxas de crescimento e o desempenho produtivo gradualmente ao longo dos anos. Para estabelecer um processo de seleção genética, o aquicultor deve ter em mente que os resultados não são imediatos e serão somente visíveis em prazos mais longos. Se não houver perseverança, o aquicultor pode abandonar o programa e ainda desencorajar outros aquicultores.

Determinar qual o manejo na criação de peixes que será adotado durante os anos em que o programa de melhoramento estará em vigor na propriedade é de fundamental importância. Ao iniciar um programa de seleção não é aconselhável mudar a forma como os peixes são manejados. Quando você seleciona um animal para fenótipos quantitativos, você está selecionando-o dentro de um conjunto específico de condições de criação, ou seja, além dos fatores genéticos, os fatores ambientais afetam diretamente a expressão fenotípica daquele indivíduo por meio da interação genótipo-ambiente (Ver artigos 2 e 3 desta série, na revista *Panorama da AQUICULTURA* edições 138 e 139).

Pequenas mudanças ambientais, como por exemplo, alterar a taxa de estocagem em tanques de juvenis de 2.000 para 2.500/ha ou aumentar o tamanho médio de estocagem dos alevinos de 10 g para 15 g, provavelmente não influenciará de forma significativa a condução do programa. Contudo, alterações mais extremas, como mudar a alimentação para uma ração balanceada de alta qualidade ou aumentar a disponibilidade de oxigênio durante o processo de seleção, podem mascarar os resultados fazendo com que

genótipos inferiores sejam selecionados. É importante salientar que programas de melhoramento podem ser usados tanto por aquicultores que utilizam sistemas de produção semi-intensivos, como também por aqueles mais tecnificados com a utilização de sistemas intensivos. Assim, se grandes mudanças estão previstas ou são prováveis de serem implantadas na propriedade, então o programa de melhoramento deve ser adiado para um momento mais adequado.

### Programa de melhoramento genético

Antes de iniciar um programa de melhoramento, o aquicultor deve realizar uma avaliação criteriosa do seu sistema de produção para determinar a utilidade do programa em sua propriedade, sendo para isso necessário:

- Quantificar seus objetivos;
- Saber como o fenótipo(s) será medido;
- Determinar qual o tipo de seleção será realizado (ver artigo 3 desta série, na revista *Panorama da AQUICULTURA* edição 139).
- Determinar como os resultados serão avaliados e,
- Planejar uma avaliação anual do progresso atingido e, se for o caso, reavaliar o programa.

Uma vez que o aquicultor decida iniciar o programa de seleção, este deve avaliar quais são os fenótipos que serão incorporados no programa e se estes fenótipos trarão ganhos econômicos efetivos. Por exemplo: o que é mais importante em um primeiro momento, aumentar o ganho de peso, selecionar para rendimento de filé ou selecionar animais com coloração mais atraente para o mercado? Devemos realizar programas individuais para cada fenótipo separadamente ou podemos selecionar os três em um mesmo programa? É preciso ter em mente que programas de melhoramento mal conduzidos representam desperdício de recursos financeiros e de mão de obra, além de serem contraproducentes.

Para dar início ao programa de melhoramento, o aquicultor deve determinar quais são os fenótipos que serão submetidos à seleção. Desta forma, o primeiro passo é preparar uma lista com todos os fenótipos que gostaria de melhorar em seu plantel. Após listá-los, deve-se ainda verificar dentre os escolhidos, quais os que realmente são passíveis de serem incluídos no programa, pois nem todos os fenótipos podem ser melhorados em programas de seleção mais simples devido entre outros, à baixa herdabilidade do fenótipo (ver artigo 3 desta série, na revista *Panorama da AQUICULTURA* edição 139). Já o fenótipo ganho de peso (GP) pode ser incluído em quase todos os programas de seleção, com repostas significativas.

Um detalhe que não pode ser esquecido na escolha dos fenótipos para um programa de seleção é saber o quanto o mercado ou as unidades processadoras estão dispostas a pagar por um produto com valor agregado. Por exemplo: se o produtor seleciona uma tilápia com maior rendimento de filé ou mesmo um tambaqui com uma área de lombo maior ou com menor teor de gordura, qual será o diferencial de preço a ser pago por este produto melhorado, que compense os investimentos do programa de melhoramento?

Existem também os fenótipos que não necessitam, em um primeiro momento, entrar no programa de melhoramento, já que podem ser facilmente incrementados por meio de um manejo adequado. Como exemplo, podemos citar a melhoria quantitativa e qualitativa na produção de alevinos que pode ser realizada por manejo reprodutivo mais adequado. Isto pode ser feito evitando-se o acasalamento entre indivíduos aparentados, fornecendo uma alimentação apropriada aos reprodutores, bem como melhorando a infraestrutura de reprodução e manutenção dos alevinos.

Um segundo aspecto da avaliação é decidir se a produção de alevinos geneticamente melhorados será exclusivamente para o próprio uso na propriedade, ou se o aquicultor vai produzir alevinos para comercialização. Esta decisão determina o quanto o aquicultor deverá

investir no programa. Se o aquicultor produzir alevinos para seu próprio uso, ele utilizará apenas uma parte de sua propriedade para o estabelecimento do programa. Por outro lado, se o mesmo pretende comercializar seus alevinos geneticamente melhorados, o aquicultor deverá investir em uma infraestrutura maior e em tecnologia para que os diferenciais de produtividade destes alevinos sejam alcançados.

### Quantos fenótipos o produtor deve incluir para iniciar um programa de melhoramento?

Quanto maior for o número de fenótipos escolhidos para iniciar um programa de melhoramento, menor será o progresso genético por geração para cada um deles, ou seja, a relação é inversamente proporcional. Com isso, se um ou dois fenótipos são muito mais importantes que os outros, apenas estes devem fazer parte do programa. A inclusão de fenótipos que não são importantes irá desacelerar a taxa de melhoria para os mais importantes. Por esta razão, a maioria dos programas de seleção contempla apenas um ou dois fenótipos, pois assim o melhoramento no desempenho produtivo será maior por geração, consequentemente mais rápido.

Após a escolha dos fenótipos a serem selecionados, é necessário definir as metas e determinar a forma como




**A MAIOR EMPRESA DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO BRASIL**



1994 - Unidade Paraná

- MELHORAMENTO GENÉTICO PELO DNA
- MARCADOR ELETRÔNICO DE REPRODUTORES
- SUPREME TILÁPIA: EXCLUSIVIDADE AQUABEL®



2006 - Unidade Goiás



2002 - Unidade São Paulo





2008 - Unidade Mato Grosso do Sul

[www.aquabel.com.br](http://www.aquabel.com.br) | [aquabel@aquabel.com.br](mailto:aquabel@aquabel.com.br)

43|3255 1555

**AQUABEL** Onome DA TILÁPIA

estes fenótipos serão mensurados. Metas que não podem ser definidas com precisão e fenótipos que são difíceis de serem mensurados devem, portanto, ser descartados. Como exemplo, podemos supor um aquicultor que deseje melhorar seu plantel para o fenótipo resistência à doença. Entretanto, o que vem a ser “resistência à doença”? Alguns podem definir tal fenótipo como “peixes que não ficam doentes”, enquanto outros podem o definir como “peixes que não morrem”. E o que tais definições significam? Que os peixes foram infectados, mas não apresentaram sinais clínicos da doença, ou que eles nunca foram infectados? Neste caso, a determinação dos parâmetros que ajudem a selecionar animais que possivelmente sejam geneticamente resistentes a uma determinada doença e que possam ser incorporados em um programa de seleção é mais complexa e requer programas mais específicos e tecnologicamente mais elaborados.

Podemos, por outro lado, fazer uma seleção indireta de um fenótipo de difícil mensuração por meio de outro de mais fácil, desde que apresentem alta correlação genética. Se o peso ao abate for melhorado ao selecionarmos para comprimento corporal, então, o peso ao abate será melhorado por “seleção indireta”, pois os dois fenótipos são geneticamente correlacionados. Assim, ao se selecionar um fenótipo, se estará automaticamente selecionando o outro. Devido a isso, a seleção para aumento da taxa de crescimento, muitas vezes pode melhorar outros fenótipos, tais como sobrevivência, resistência a doenças e conversão alimentar.

Vejamos o exemplo de um aquicultor que necessita implantar um programa de melhoramento na sua propriedade e já escolheu quais os fenótipos serão incluídos. Ele definiu os objetivos do seu programa, restando ainda determinar como e quando serão coletados os dados para posterior análise. Se considerarmos o fenótipo ganho de peso (GP), surge a primeira questão: com que idade este fenótipo deve ser avaliado? O crescimento dos peixes não é constante. Se assim fosse, a idade na qual o GP é avaliado não seria uma variável importante. Geralmente para o aquicultor, o desempenho em GP é uma medida importante no momento do abate, porém, medidas deste fenótipo podem ser realizadas nos manejos de transferência de alevinos ao longo do ciclo produtivo. Se os peixes são medidos e selecionados em duas ou mais idades, o incremento no GP poderá ser realizado mais rapidamente. Depois de todas as ponderações, o produtor deverá determinar o método de seleção que será utilizado, e essa é a decisão mais importante a ser tomada para que se atinjam os objetivos do programa de melhoramento.

## 0 programa de melhoramento por Seleção Individual

Existem dois tipos básicos de programas de melhoramento: “seleção individual”, também chamado de seleção massal, e “seleção de famílias” (ver artigo 3 desta série, na revista *Panorama da AQUICULTURA* edição 139). No contexto deste artigo, vamos exemplificar um programa de seleção individual ou massal, por ser mais simples, exigir menos manutenção de registros e menos oneroso, portanto, mais fácil de ser estabelecido em pequenas e médias unidades de produção.

**"Se o aquicultor produzir alevinos para seu uso, ele utilizará apenas uma parte da propriedade para o estabelecimento do programa. Mas, se for comercializar seus alevinos geneticamente melhorados, deverá investir em uma infraestrutura maior e em tecnologia para que os diferenciais de produtividade sejam alcançados. "**

A origem do material genético para se iniciar o programa de melhoramento na propriedade é fundamental para o sucesso dos resultados. A chamada população base, isto é, aquela que é usada para o programa de seleção deve ser constituída com o máximo de variabilidade genética possível. De forma prática, o produtor deve adquirir animais de origens diferentes para que diminua a chance de se reproduzir indivíduos aparentados o que, em um curto espaço de tempo, levará a consanguinidade do plantel e suas consequências, como a depressão por endogamia. O número de machos e fêmeas também é um fator importante neste processo para que os níveis de aumento da consanguinidade fiquem abaixo de 1% por geração (ver artigo na revista *Panorama da AQUICULTURA*, edição 55 – setembro/outubro de 1999).

No Brasil, tradicionalmente a produção de alevinos de espécies nativas é baseada na captura de reprodutores da natureza. Ao se estabelecer um programa de melhoramento, o produtor deve ter em mente que ao se formar a população base (mesmo com indivíduos da natureza), o programa de seleção será fechado e a produção dos novos reprodutores selecionados será oriunda da população base e das gerações subsequentes. Aqui é importante uma consideração: para um melhor manejo reprodutivo do plantel o produtor deve marcar os animais para que possa identificar cada um dos reprodutores e, para isso, existem vários tipos de marcação para peixes, tais como as etiquetas plásticas ou de metal de cores diferentes ou numeradas, que são usadas presas nas nadadeiras ou

musculatura dorsal. Estas marcas, porém, não são eficientes em longo prazo, pois podem ser perdidas ou mesmo causarem injúria ao animal. O método de marcação mais eficiente são as chamadas marcas eletrônicas (tags ou microchip). Estes são dispositivos que são introduzidos na musculatura dorsal ou na cavidade celomática do animal e possuem um código numérico que o identifica e que pode ser lido com a ajuda de um leitor digital (Figura 1).

Para melhor compreender o processo de seleção individual, vamos utilizar o fenótipo comprimento padrão, isto é, aquele medido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do

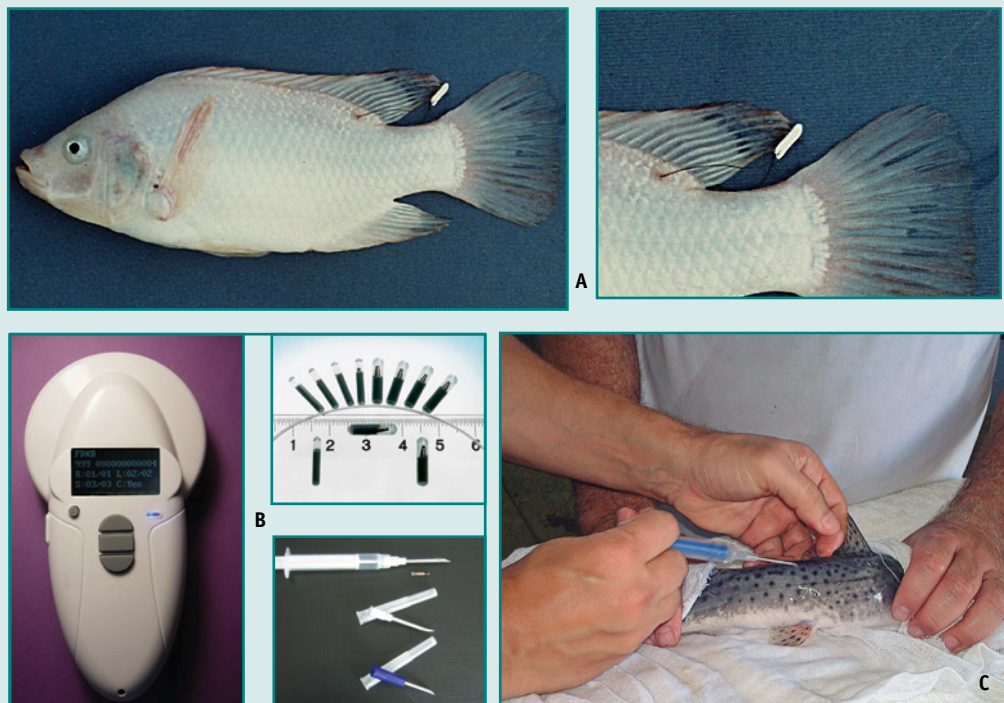


Figura 1. Dois tipos de identificação para peixes. (a) marca de plástico implantado na musculatura dorsal. (b) Microchips para leitura digital. (c) Implantação de microchip (Fotos cedidas por Microchip Brasil)





## Redes Especiais

Com responsabilidade técnica. Registro no CREA - SC 032233-4

*Tecnologia ao seu alcance*





Redes de arrasto



Puças especiais



Rede Sarico para despesas



Rede de proteção para pássaros



Tarrfas



TilapiaNet



Rede BagNet - Carcinicultura



Redes Especiais



Projetos de redes Personalizados



Redes para peixes ornamentais



Tanques rede para estocagem



Cultivo de mexilhões



Rede tubular: mexilhões e macro algas



Travesséis para cultivo de ostras



Lanternas para ostras e vieiras

LINHA DIRETA :  
 (47) 3344-6929 \* 3344-6997 \* 3344-0101  
 Rua Brusque 460 - CEP 88303-000 - Itajaí - SC

27 ANOS DE DEDICAÇÃO À AQUICULTURA

ENGE PESCA LTDA

www.engepesca.com.br

pedúnculo (inserção da nadadeira caudal) (Figura 2) como exemplificado por Tave (1995). Como foi dito, este fenótipo tem alta correlação genética com peso, e assim, podemos usá-lo para também selecionar GP.

As variáveis ambientais têm uma influência significativa no desempenho dos fenótipos quantitativos. Mesmo quando um fenótipo quantitativo tem uma grande herdabilidade, o componente ambiental da variação fenotípica pode

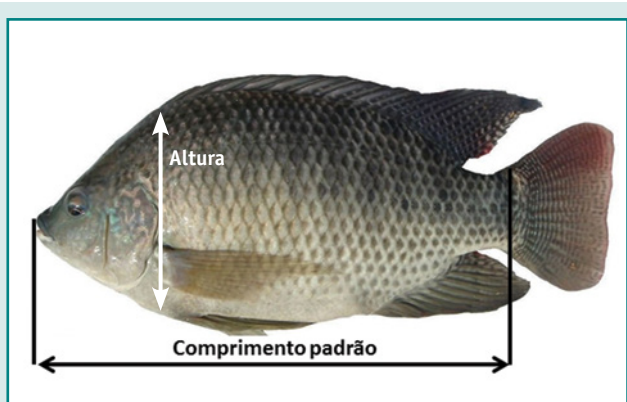


Figura 2. Medidas de comprimento padrão e altura padrão utilizadas para programas de seleção

ser maior do que o componente genético. Se a influência do ambiente na variância fenotípica total for a mesma para todos os peixes - premissa que deve ser observada durante a seleção - desde que haja variação genética suficiente, é possível por meio da seleção obter progresso genético. Infelizmente, muitas fontes de variância ambiental têm um efeito diferencial sobre indivíduos ou famílias, e quando a seleção é feita o aquicultor deve controlar ao máximo estas variáveis ambientais, pois elas podem conferir vantagens seletivas a alguns indivíduos ou famílias. Caso isso ocorra, os peixes selecionados podem ser melhores por uma vantagem ambiental e não porque eles são geneticamente superiores. Desse modo, a seleção não vai funcionar. Por exemplo: alevinos produzidos em períodos diferentes, mesmo que essa diferença seja de dias, terão uma vantagem seletiva com base no comprimento. Consequentemente, se as diferenças de tamanho relacionadas às diferenças de nascimento não forem controladas, um programa de melhoramento para GP estaria explorando a diferença de idade que é uma fração da variância fenotípica que não é herdada. Assim, se for possível, todos os peixes devem ser gerados no mesmo dia ou deve-se fazer grupos de contemporâneos.

Na seleção individual ou massal, todos os animais são medidos e a decisão de selecionar ou não se baseia unicamente no valor fenotípico do próprio peixe, sem informações de familiares. Cada animal é comparado com um “valor de seleção” (VS) e se o valor fenotípico for igual ou maior que o VS, o animal é selecionado. O VS é um valor pré-determinado, o qual pode ser expresso como os “top 5%” ou “top 20%” ou qualquer outro valor desejado. Os peixes selecionados tornam-se a primeira geração parental 1 ( $P_1$ ) de seleção, a

**"Infelizmente, muitas fontes de variância ambiental têm um efeito diferencial sobre indivíduos ou famílias, e quando a seleção é feita o aquicultor deve controlar ao máximo estas variáveis ambientais, pois elas podem conferir vantagens seletivas a alguns indivíduos ou famílias."**

## Solução Sansuy para o aqunegócio

O tanque-rede da Sansuy.



- gaiola de alambrado
- comedouro e tampa (opcionais)
- bolsão interno com sannet

[www.sansuy.com.br](http://www.sansuy.com.br)

**sansuy**<sup>®</sup>

Grande São Paulo - Fone: (11) 2139-2888 - e-mail: [comercial@sansuy.com.br](mailto:comercial@sansuy.com.br)  
Demais regiões do Brasil: 0800 072 6789

prole oriunda dessa  $P_1$  será a geração filial 1 ( $F_1$ ) e assim por diante,  $F_2$ ,  $F_3$  até  $F_n$ .

Vamos então propor uma maneira de iniciar um programa de seleção individual em uma espécie de peixe de interesse zootécnico, baseado no comprimento padrão:

Em primeiro lugar o produtor deve escolher um VS que permitirá selecionar os melhores animais em uma população, isto é, se este VS for 20%, isto significa que serão selecionados os 20% maiores em comprimento da população (top 20%). Neste momento, ao escolher os melhores, o produtor pode ser levado a pensar: se poderemos observar um progresso genético já na geração seguinte, então, por que não selecionar os 5% melhores? (ver a figura 4 do artigo 2 desta série, na revista *Panorama da AQUICULTURA*, edição 139). Mas esta não é a melhor estratégia, pois este procedimento ocasionará uma diminuição da base genética que controla o fenótipo, impossibilitando ganhos genéticos futuros.

Para que na prática o aquicultor possa iniciar o programa de seleção, este deve fazer o registro do comprimento padrão dos peixes em uma determinada idade. Esta idade pode depender da idade da primeira desova da espécie. Como exemplo, vamos supor que um produtor de tilápias, em seu programa de melhoramento, deseje aumentar o comprimento padrão e conseqüentemente o ganho de peso, selecionando os “top 20%” da população aos dez meses de idade.

Em uma planilha simples, o produtor registra o comprimento de cada um dos peixes amostrados aleatoriamente da população contemporânea. Um exemplo pode ser observado na tabela 1.

Para se obter o VS (peso do animal que servirá de referência para a seleção dos melhores) que será usado para se selecionar os 20% melhores peixes para o fenótipo comprimento padrão aos 10 meses de idade, o produtor deve produzir uma população a partir de cruzamentos entre diferentes reprodutores na razão sexual de um macho para uma fêmea. Como exemplo, a partir de uma população de 10.000 peixes produzidos no mesmo dia ou parte de um mesmo grupo de contemporâneos, retira-se aleatoriamente 250 peixes. Cada peixe é medido até milímetros e os valores de comprimento são anotados em ordem crescente (Tabela 1). O VS é determinado contando-se de trás para frente até o 50° peixe (50 peixes representam 20% dos 250). No exemplo da tabela 1, o 50° peixe apresenta o valor de comprimento padrão de 183 mm. Desta forma, os peixes a serem selecionados serão aqueles que apresentarem valores superiores ou iguais a 183 mm, enquanto os demais serão descartados.

Um refinamento final do processo de seleção ainda pode ser necessário. Deve-se determinar se a seleção será realizada na população como um todo ou separadamente em cada um dos sexos. Esta é uma decisão importante, pois muitas espécies apresentam dimorfismo sexual em que um dos



EQUIPAMENTOS  
PARA  
PISCICULTURA

**AGRICOTEC**

(47) 3370 0712 | 3371-1579  
www.agricotec.com.br



Tabela 1. Exemplo de uma planilha de registro para um programa de seleção para comprimento padrão onde 250 peixes escolhidos aleatoriamente forem medidos. Observe que para encontrar o comprimento que será usado como valor de seleção (VS) foi preciso contar os 50 peixes de maior comprimento (top 20%). O VS foi o comprimento do quinquagésimo peixe (50<sup>o</sup>), contando do maior comprimento para o menor

Comprimento (mm)	Nº de peixes	Comprimento (mm)	Nº de peixes	Comprimento (mm)	Nº de peixes
160		173	☐☐☐	186	☐
161	└	174	☐☐└	187	☐
162	☐	175	☐☐	188	☐
163	☐	176	☐☐	189	☐
164	☐	177	☐☐	190	☐
165	☐	178	☐☐	191	☐
166	☐☐	179	☐☐	192	└
167	☐	180	☐└	193	☐
168	☐☐	181	☐☐	194	└
169	☐☐	182	☐☐	195	☐
170	☐☐	183	☐☐	196	☐
171	☐☐☐	184	☐	197	
172	☐☐☐☐	185	☐	198	

50<sup>o</sup> PEIXE

sexos atinge um tamanho maior ou cresce mais rápido que o outro sob as mesmas condições de criação e na mesma idade. Se a espécie não apresenta dimorfismo sexual, ou se a seleção irá ocorrer antes do dimorfismo sexual começar, então, um único valor de corte pode ser criado para toda a população. Se a espécie exibe dimorfismo sexual, os valores de corte separados devem ser criados para cada sexo, ou a população selecionada pode ser composta de apenas o sexo que apresenta maior desempenho.

Em tilápias, por exemplo, ocorre dimorfismo sexual. Depois de alguns meses de idade, os machos crescem muito mais rápido do que as fêmeas, podendo chegar ao dobro do tamanho após um ano. Carpas comum e chinesa também apresentam dimorfismo sexual para o tamanho do corpo, em que as fêmeas apresentam um tamanho maior. No entanto, a diferença de tamanho em carpas somente aparece após a maturidade, o que significa que a seleção para taxa de crescimento pré-maturidade em carpas requer apenas um único VS.

### Seleção para diferentes fenótipos

Existem basicamente três métodos de seleção para mais de um fenótipo: “seleção em linha” (tandem), “descarte independente” e “índice de seleção”. A “seleção em linha” é ineficiente e não é recomendada. Elaborar um

“índice de seleção” é muito sofisticado para a maioria dos aquicultores, sendo indicado somente para os que trabalham em estações de pesquisa ou em centros de produção de alevinos. Para os aquicultores que desejam selecionar para dois ou no máximo três fenótipos o mais indicado é o “descarte independente”.

No método em linha, primeiro seleciona-se para um fenótipo A por várias gerações até que se consiga atingir o objetivo proposto. Terminado o processo de seleção para A, em seguida inicia-se um novo programa de melhoramento com segundo fenótipo B. A questão é: se melhorar o fenótipo A é importante e o programa de seleção está funcionando, por que devemos abandoná-lo? Por esta razão e também em razão do tempo mais longo para que os dois fenótipos sejam melhorados, a seleção em linha não deve ser utilizada, pois é muito ineficiente.

O descarte independente é provavelmente o método mais fácil de seleção que um aquicultor pode usar para melhorar dois ou mais fenótipos. É um programa de seleção o qual se escolhe simultaneamente dois ou mais fenótipos, estabelecendo VS para cada fenótipo, independentemente do outro e cada indivíduo deve alcançar ou exceder todos os valores de seleção para ser selecionado. Um peixe é descartado quando não atinge os VS em todas os fenótipos que estão sob seleção.

Digamos que o aquicultor queira melhorar tanto a taxa de crescimento quanto a conformação corporal, selecionando pelo comprimento e pela altura do corpo medida à frente do 1º raio das nadadeiras dorsal (Figura 2) (ver referências úteis sobre medidas corpóreas em leitura complementar). O processo que é usado para estabelecer os VS é o mesmo descrito anteriormente. Por exemplo, o aquicultor estabelece um VS de 243 mm para o comprimento e 130 mm para a profundidade do corpo na primeira nadadeira dorsal. Uma vez que ambos os VS são estimados, as medidas de cada peixe são coletadas e classificadas, sendo selecionados apenas aqueles animais que atendam ou excedam os valores de corte para ambos os fenótipos (Tabela 2).

Embora este método seja mais eficiente e de mais fácil condução do que a seleção em linha, o descarte independente pode apresentar dois problemas. O primeiro é que, ao se selecionar simultaneamente e de forma independente dois fenótipos, pode-se gerar um grupo restrito de peixes. Essa restrição severa no número de peixes selecionados pode não ser capaz de produzir número suficiente de reprodutores para a geração seguinte e, pior ainda, gerar altos níveis de endogamia depois de uma ou duas gerações.

Tabela 2. Valores de seleção para dois fenótipos em um programa de melhoramento de descarte independente

Peixe	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Selecionar ou Descartar?
1	254	129	Descartar
2	243	130	Selecionar
3	241	138	Descartar
4	240	120	Descartar
5	280	129	Descartar
6	250	131	Selecionar

O segundo problema desse método é que às vezes um indivíduo ultrapassa muito o VS em um dos fenótipos, porém, não atinge o VS do segundo e é descartado, mesmo apresentando um desempenho muito bom e passível de ser selecionado para um dos fenótipos. O peixe de número 5 no exemplo da tabela 2 foi descartado apesar de ter ultrapassado em muito o VS para comprimento.

Pelo exposto no presente artigo, podemos verificar que o estabelecimento de programas de melhoramento genético é possível de ser realizado por aquicultores em suas propriedades com resultados significativos e ganhos futuros, tornando-os mais competitivos com a produção de peixes com melhores índices de desempenho. No próximo artigo desta série vamos discutir a utilização do processo de hibridização em programas de melhoramento genético em peixes. Até lá. ■

**AQUAGEST™**  
Melhoradores de desempenho

Melhoradores de digestibilidade específicos

## Ganhe no peso!

Linha de Produtos AQUAGEST™ foi desenvolvida especialmente para atender as necessidades fisiológicas de cada espécie:

- AQUAGEST™ S** Melhora a função do hepatopâncreas e reduz a exigência por lipídeos essenciais nos **camarões**
- AQUAGEST™ OMF** Melhora o crescimento, a conversão alimentar e o rendimento de filé em peixes **onívoros**
- AQUAGEST™ CAF** Melhora a capacidade digestiva e reduz as exigências de energia em peixes **carnívoros**

www.nutriad.com

**nutriad**  
applying nature

#### Leitura complementar:

- EMBRAPA, 2012. Cartilha de Genética na Piscicultura: Importância da variabilidade genética, marcação e coleta para análise de DNA. Brasília, DF: Embrapa, 32 p.: il. (<http://cnpasa.sede.embrapa.br/downloads/CG.pdf>)
- Hiltsdorf, A.W.S.; Dergam, J. 1999. Depressão por endogamia: Somente uma terminologia genética ou um fato na Aquicultura. *Panorama da Aquicultura*, 9(55): 34 -36.
- Reis-Neto, R.V., Freitas, R.T.F., Serafini, M.A., Costa, A.C., Freato, T.A., Rosa, P.V., Allaman, I.B. 2012. Interrelationships between morphometric variables and rounded fish body yields evaluated by path analysis. *Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science*, 41(7): 1576-1582 (<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v41n7/04.pdf>)
- Santos, V.B.; Freitas, R.T.F.; Silva, F.F. Freato, T.A. 2007. Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência e Agrotecnologia*, 31(5): 1486-1492 (<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n5/32.pdf>).
- Tave, D. 1995. Selective breeding programmes for medium-sized fish farms. *FAO Fisheries Technical Paper 352*, FAO, Roma.