

# A Genética e a Piscicultura

Jorge A. Dergam

Universidade Federal de Viçosa  
MG



# Cenários de aplicação da genética

- 1) O peixe (ou o estoque) como unidade experimental.
- 2) Os objetivos dos empreendimentos de piscicultura (produção, repovoamento).
- 3) O impacto ambiental da piscicultura.



O peixe (ou o estoque) como  
unidade experimental.



# Perspectiva Histórica

- Até a década de 80, os livros mais utilizados na área de pesca incluíam manejo de populações, estimativa de idade e crescimento, estimativa de tamanho da população, mortalidade, etc. mas nada ou quase nada sobre os aspectos genéticos.



# Perspectiva Histórica

- Com a publicação do livro ***Genetics and Fishery Management***, de Allendorf, Ryman e Utter (1986), surge a tentativa formal de trazer ao campo da piscicultura, uma base mais objetiva de vários fenômenos, como os efeitos de mortalidade diferencial num estoque de peixes.



# Perspectiva Histórica

- A mesma obra tenta explicar por quê a genética nunca foi relevante nos estudos de manejo da pesca:
  - 1) Pode ser explicado pelo fato de que a sistemática do manejo de peixes foi realizada por sistematas, os quais, como grupo, não se interessam pelas diferenças entre indivíduos.



# Perspectiva Histórica

- 2) As relações genótipo-fenótipo nos peixes são menos suscetíveis a análise do que organismos não-aquáticos, dado que os peixes vivem em ambientes de difícil acesso para estudo de comportamento.
- 3) Nenhum outro grande recurso de alimento é retirado de populações selvagens. Fica difícil para o geneticista trabalhar com populações selvagens.

# Perspectiva Histórica

- Os resultados obtidos com técnicas genéticas são geralmente contrários às idéias reconhecidas ou aceitas, relativas à ecologia ou ao comportamento do peixes, o contrários aos conceitos tipológicos de sistemática.





# Características especiais dos peixes

- Apresentam uma grande plasticidade fenotípica entre indivíduos e entre populações, expressas pelo coeficiente de variação ( $=\text{desvio padrão}/\text{média} \times 100$ ). Um exemplo claro disto é a abundância de casos de formas “normais” e “anãs” em várias espécies de peixes. Em geral, essas formas também apresentam outras características ecológicas ou comportamentais.

# Características especiais dos peixes

- A herdabilidade ( $h^2$ ) é considerada como muito baixa, em relação a outros vertebrados (existe uma forte influência ambiental em caracteres economicamente relevantes como comprimento corporal e peso).

$$V_P = V_G + V_E + V_{GE}$$

$V_P$  = Variação fenotípica;  $V_G$  = Variação genética;  $V_E$  = Variação ambiental;  $V_{GE}$  = interação de ambas dimensões.



# Características especiais dos peixes

- O crescimento indeterminado permite grande plasticidade ambiental.
- Por outro lado, são mais sensíveis a mudanças de temperaturas do que os homeotermos (aves e mamíferos).



# Divergência genética entre populações

- Constitui um dos problemas mais freqüentes no manejo de recursos pesqueiros.
- Conceito de “estoque” .
- Questões relacionadas com a detecção de subpopulações avaliadas com base em diferenças de *alelos*.
- Antes da década de 1970, a divergência genética era inferida a partir de caracteres morfológicos (os quais podem ou não apresentar altos índices de  $h^2$ ).

# Divergência genética entre populações

- **Marcadores cromossômicos**



# Divergência genética entre populações

- Marcadores bioquímicos (heterozigosidade e aspectos demográficos)



# Divergência genética entre populações

- **Marcadores moleculares**

Marcadores nucleares (microsatélites, RAPD, sequências nucleares codificadoras ou não).

Marcadores uniparentais (ex. DNA mitocondrial, genes ligados ao Y).

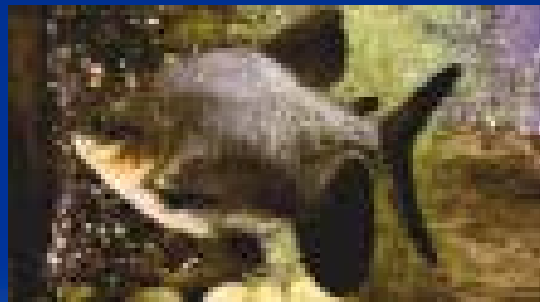
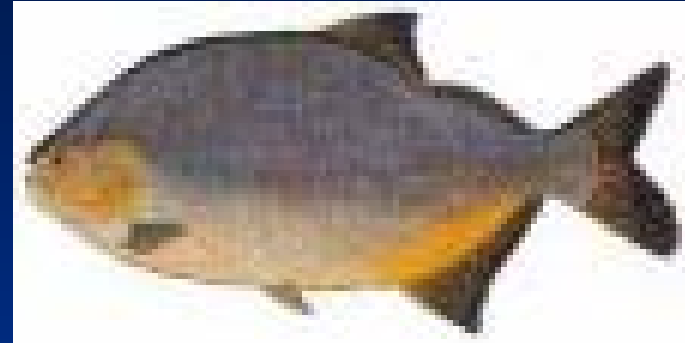


# Divergência genética entre populações

- A análise genética de populações sempre envolve a comparação entre a variação *entre* e a variação *dentro* de populações naturais.
- Este aspecto deve ser considerado quando matrizes selvagens são escolhidas para integrar planteis de reprodutores. Ex. truta arco-íris; pacus; tambaquis; (experimentalmente) piau-vermelho do rio Doce.







Os objetivos dos  
empreendimentos de  
piscicultura (produção,  
repopoamento).



# Divergência genética entre populações

Os dados genéticos têm surpreendido pela complexidade e variedade de condições:

- Espécies crípticas (muito parecidas ou idênticas morfológicamente, mas que não se cruzam).
- Populações aparentadas separadas por limites geográficos.
- Pouca diferenciação genética, em contraste com diferenças morfológicas.

# Objetivos do manejo genético

- Manter as características genéticas (ou os níveis de variação genética) num estoque sujeito a piscicultura.
- Melhoramento de estoque.
- Seleção para características importantes na produção (precocidade, conversão, docilidade).



# Populações de cativeiro

- O fenômeno mais comum é a perda de diversidade genética nas pequenas populações.
- Quando o objetivo é produção para repovoamento, ocorre que o genótipo que é selecionado em condições de cultura, geralmente não sobrevive em condições naturais.



# Manejo genético de planteis

- A variação genética é o recurso básico de qualquer programa de piscicultura.
- Neste sentido, mesmo programas que tenham como objetivo a produção de peixes como fonte de proteína, com crescimento rápido e alta conversão, devem partir de estoques que apresentem a maior diversidade genética possível.



# Manejo genético de planteis

- À medida em que a seleção continua, a diversidade genética diminui, com a seleção de genes “bons” e a eliminação de genes “ruins”.
- Este objetivo é completamente diferente dos programas feitos para repovoamento. Neles, os cruzamentos devem priorizar a manutenção do índice inicial de diversidade. Isto é ainda mais crítico no caso em que a piscicultura mantém os últimos sobreviventes de uma espécie.

# Manejo genético de planteis

- Deve-se evitar a perda de variação genética que ocorre em pequenos estoques.
- Os estoques iniciais devem considerar a variação genética existente ao longo da distribuição da espécie-alvo.
- Posteriormente, o projeto deve determinar *quantos* estoques podem ser mantidos.





# Manejo genético de planteis

- Se a análise genética indicou um maior componente genético entre populações, o estoque pode ser iniciado com a contribuição de todas as populações.
- Com quantos indivíduos fundadores deve ser iniciado o plantel? Este número é essencial, já que esse grupo inicial apresentará o número máximo de alelos na população.



# Manejo genético de planteis

- Como cada indivíduo diplóide apresenta um ou dois alelos de um dado locus, um macho e uma fêmea são necessariamente, uma pequena amostra da variação genética dentro de uma população.
- As simulações feitas a partir de um modelo no qual 4 planteis são fundados a partir de um casal selecionado de uma população natural, indica que:

# Manejo genético de plantéis

- Dentro de cada plantel, todos os indivíduos são irmãos na segunda geração.



# Tendências atuais

## Parecer da União Europeia de Pesquisa Agropecuária

1. Organismos geneticamente modificados (GMOs) (alguns os consideram economicamente inviáveis e inaceitáveis pela sociedade).
2. Áreas propostas: identificação de parentais; rastreabilidade; seleção acompanhada por marcadores para detectar características específicas; introgressão acompanhada por marcadores (introdução de um gene numa população).



# Tendências atuais

- **O salmão transgênico**
- É um salmão no qual foi introduzido informação genética para produção de hormônio de crescimento (mais um promotor de proteína anticongelante de outra espécie, *Macrozoarces americanus*, que mantém o hormônio ativo) e apresenta 10 a 30% de aumento de taxa de conversão.



# Tendências atuais

1. Como seria a relação do salmão transgênico com os outros salmões? Existe a possibilidade de cruzamento?

Resposta: não, a Aqua Bounty Farms comercializarão apenas fêmeas triplóides ( $3n$ ), que não podem desenvolver ovários (Biotechnology Industry Organization).



# Tendências atuais

- De todas as formas, a autorização de criação desta forma de OGM será ***restrita a espaços confinados.***



# Tendências atuais

2. Poderá haver competição por alimento com o salmão normal?

Resposta: não, o transgênico é treinado para comer ração e não conseguiria sequer chegar ao alimento natural dos salmões, por ser mais lento. Mais de 85% dos transgênicos que fugiram no Alaska e na Columbia Britânica não apresentavam comida no estômago (Biotechnology Industry Organization).





# Tendências atuais

3. O salmão transgênico produz maior quantidade de hormônio que o salmão normal?

O transgênico produz a mesma quantidade de hormônio, só que de forma contínua.



# O impacto ambiental da piscicultura.



# Situação no mundo

O declínio da biodiversidade em escala global ocorre por três fenômenos:

- 1) Destruição de ambiente (habitat).
- 2) Introdução de espécies exóticas.
- 3) Poluição do ambiente.



# Efeitos de repovoamento

- Muitas vezes, a soltura de peixes de piscicultura pode não ser benéfica para a população selvagem, podendo provocar competição ecológica entre os dois tipos de peixes, assim como hibridização interespecífica.



# Contribuição da genética

- Determinar meios de bloqueio genético dos peixes.
- Por exemplo, criando indivíduos triplóides ou aneuplóides.

