

# Avanços Recentes no Melhoramento Genético de Camarões Marinhos no Mundo: Opções para a Carcinicultura Brasileira



**Oscar Hennig**, Senior Advisor  
[Center for Aquaculture Technologies](mailto:ohennig@aquatechcenter.com)  
[ohennig@aquatechcenter.com](mailto:ohennig@aquatechcenter.com)



# Center for Aquaculture Technologies (CAT)

Nossa missão é ajudar a colocar em prática tecnologias genéticas de ponta para melhorar a produtividade e a sustentabilidade da aquicultura.





# cuna del mar

A CAT faz parte da família Cuna del Mar, que se concentra na aquicultura sustentável, investindo em piscicultura ecológica, sistemas avançados e soluções inovadoras para reduzir o impacto da aquicultura.

Compartilhamos a missão de Cuna del Mar para o progresso econômico, social e ambiental, apoiando a biodiversidade e a saúde dos oceanos por meio da colaboração com empreendedores, cientistas e especialistas.



## A experiência diversificada da CAT em camarão

20+ clientes de camarão em todo o mundo

Experiência diversificada em camarão

Profundo conhecimento do genoma do camarão

Compreensão das operações do dia-a-dia

Clientes do Equador  
representam 50%+  
da produção de  
camarão do país





# Nossa experiência técnica

Transformando a ciência em inovação significativa para a indústria da aquicultura

## GENOTIPAGEM



## SERVIÇOS GENÉTICOS



## ANÁLISE



## EDIÇÃO DE GENOMA EM ESCALA COMERCIAL



## P&D DE EDIÇÃO DE GENOMA



## INOVAÇÃO GENÉTICA



Investimos na mais recente  
tecnologia de genotipagem

Fornecendo genotipagem  
mais rápida, confiável e de  
melhor valor





# Agenda

- Programas genéticos e ferramentas de DNA
- Uso da tecnologia para *P. vannamei*
- *P. vannamei*
  - Equador
  - Brasil
- Conclusões

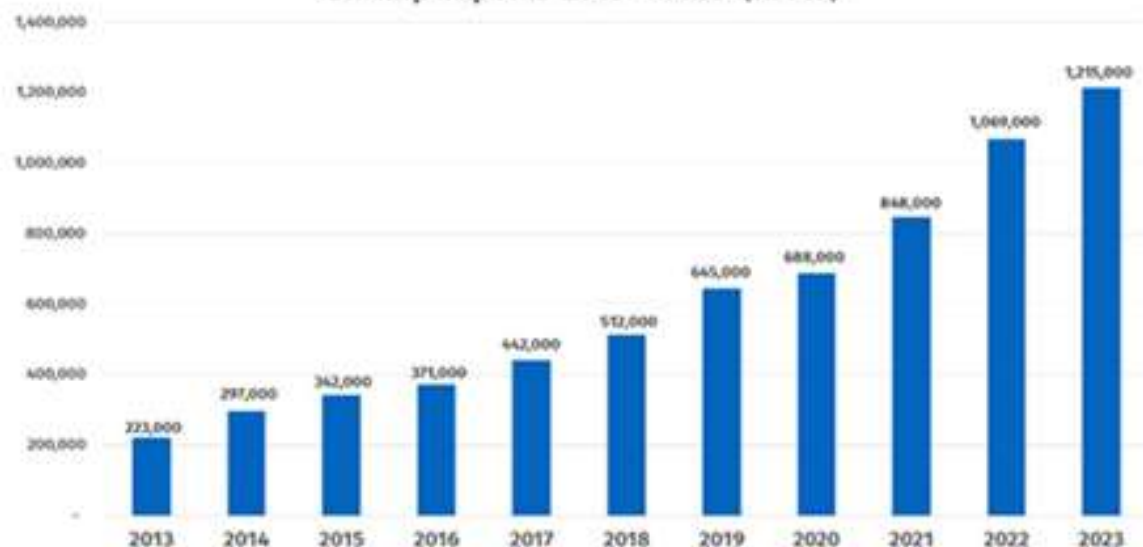




# Indústria de camarão do Equador

NATIONAL CHAMBER OF  
AQUACULTURE

Shrimp exports 2013 – 2023 (in MT)



Source: Central Bank of Ecuador (BCE)

232,071

Hectares de  
fazendas

1,214,000

Toneladas métricas  
exportadas

290,000

Empregos em todo o  
setor

1<sup>st</sup>

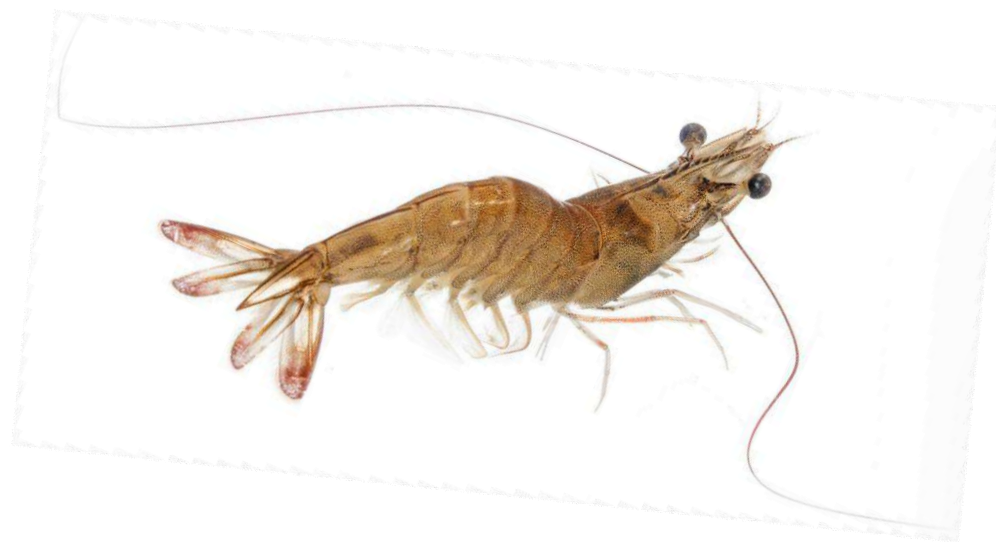
Maior exportador de  
camarão do mundo

Fontes: CNA, Banco Central do Equador, Subsecretários de  
Aqüicultura



# CAT no Equador

Fornecendo ferramentas  
críticas para acelerar o  
melhoramento genético



Primeiro  
pequeno  
projeto de  
genotipagem  
de baixa  
densidade  
(LD)

2017

CAT introduziu  
painéis SNP de  
baixa e alta  
densidade no  
Equador

2020

2025

## **Painel SNP de baixa densidade: >500 marcadores de DNA**

Atribuição parental; estrutura da população; controle de endogamia;  
Visão geral genética...

## **Painel SNP de alta densidade: 50,000 marcadores de DNA**

Seleção genômica

## Aplicação de ferramentas de DNA

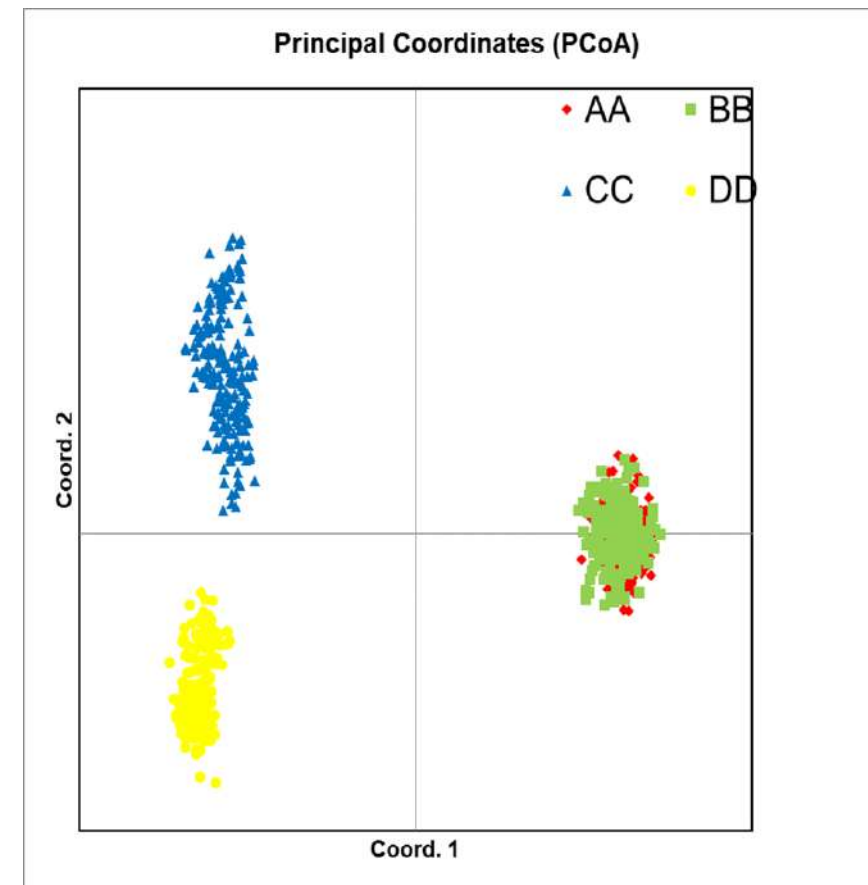
Baixa densidade (LD) e alta densidade (HD) em *P. vannamei*





# Baixa densidade

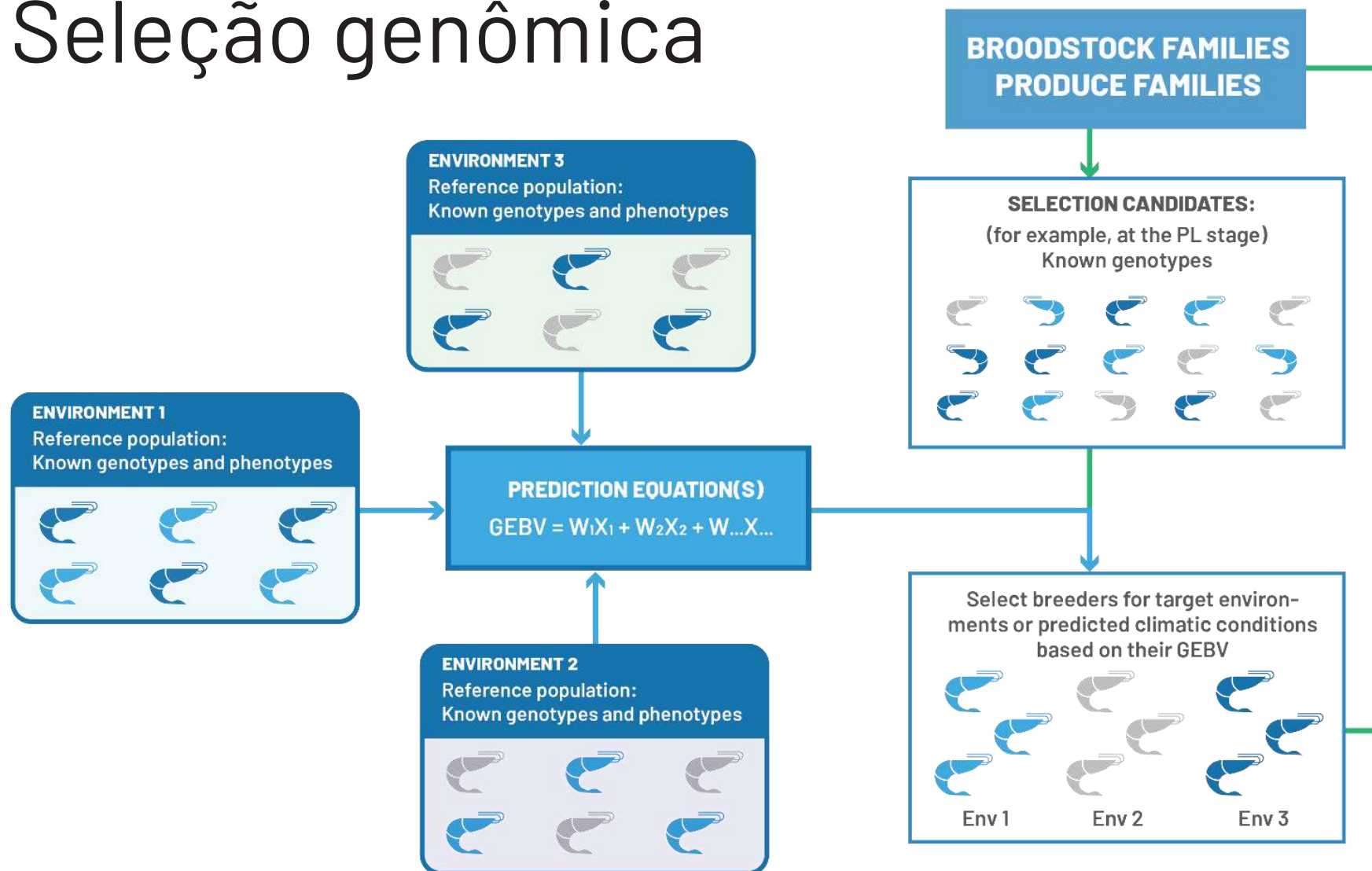
- Programa Massal
  - Monitora a endogamia
- Programa Familiar
  - Designação parental
- No início de um novo programa
  - É usado para avaliar a estrutura inicial das linhagens.
- Ao introduzir uma nova linhagem
  - Avaliação do nível de diferenciação genética
    - Entre as demais linhagens presentes
    - E dentro da nova linhagem





# Alta densidade

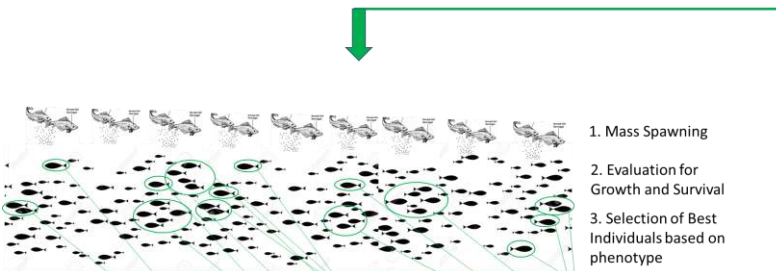
## Seleção genômica



# Definições – Principais Conceitos

## Seleção em massa

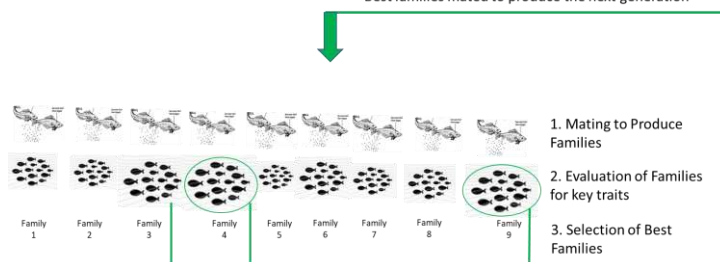
Selected individuals mated to produce the next generation



Desenho simples que permite aumentar o desempenho da população, mas sua resposta de seleção é altamente dependente dos efeitos ambientais

## Seleção de família

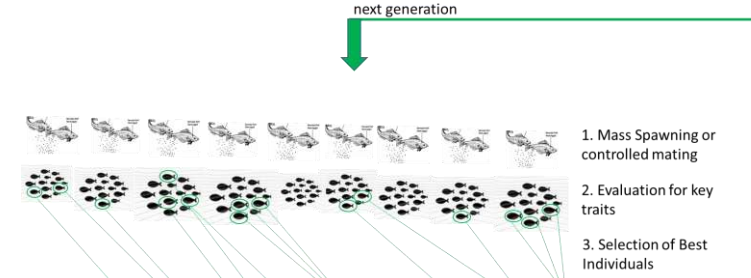
Best families mated to produce the next generation



Um design poderoso que usa informações fenotípicas e de pedigree, permitindo estimar os efeitos genéticos para características e ambientes específicos ou múltiplos

## Seleção genômica

Best individuals based on Genomic EBV mated to produce the next generation



Um design muito poderoso que usa dados fenotípicos, pedigree e informações genômicas, permitindo aumentar a precisão e a resposta de seleção para características e ambientes específicos ou múltiplos

# Seleção em massa

Bom ★

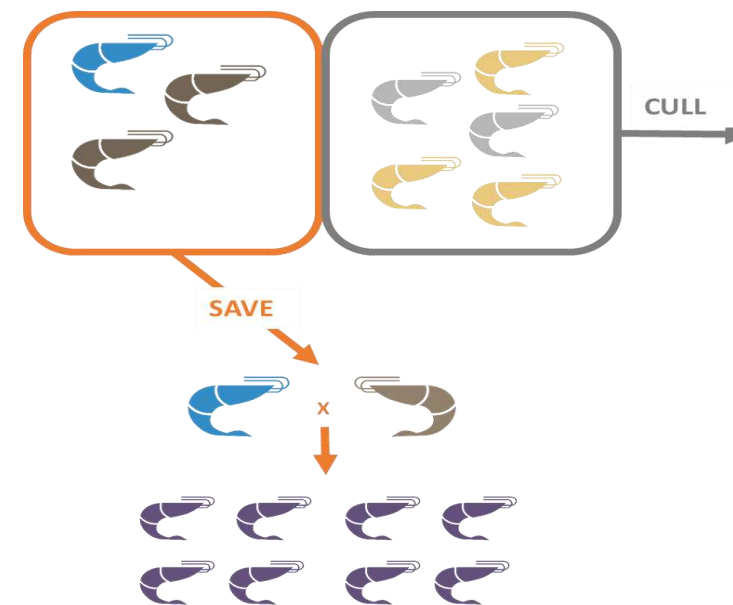
## Seleção em massa

Melhor indivíduo selecionado com base apenas no fenotípico acasalado para produzir a próxima geração

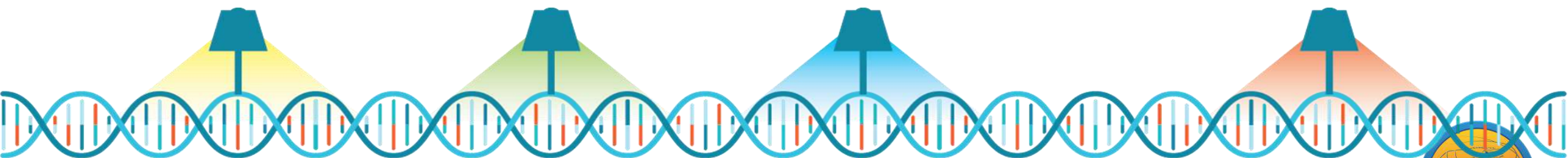
Crescimento: Exemplo de característica com boa precisão.

**Painéis SNP de baixa densidade usados para evitar endogamia**

**Evitando o acasalamento de parentes próximos (por exemplo, irmãos e irmãs)**



Baixa densidade SNP: > 500 marcadores





# Seleção familiar

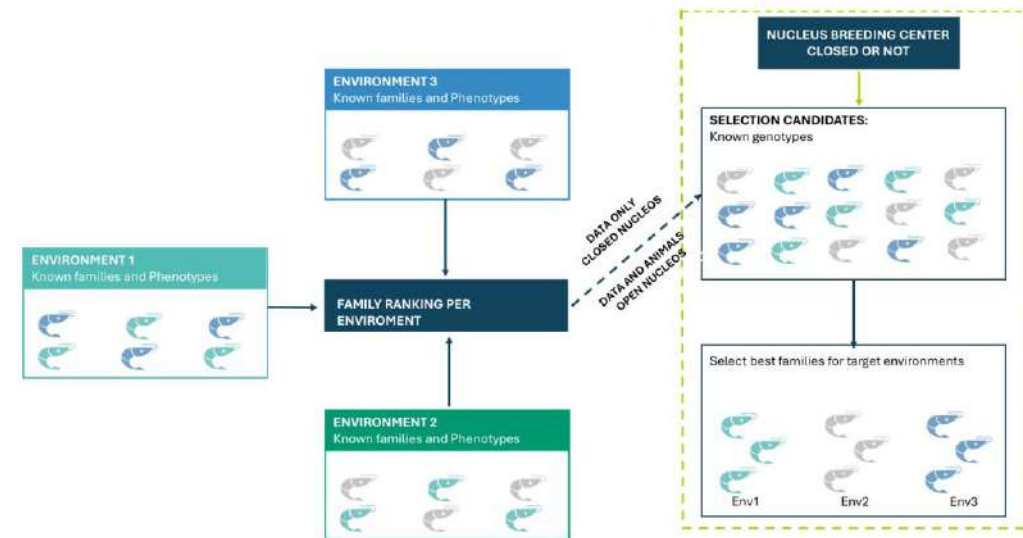
Melhor★★★

## Seleção entre família

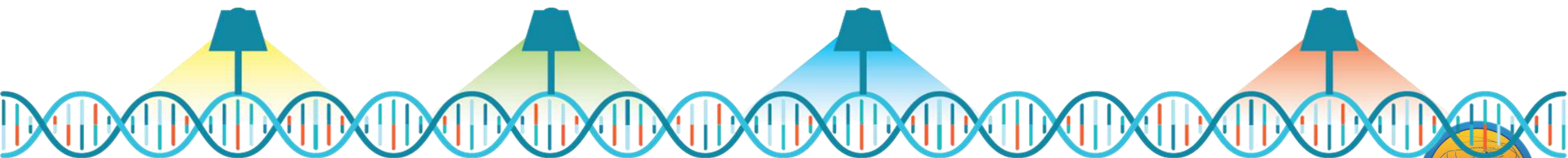
Melhores famílias acasaladas para produzir a próxima geração

Múltiplas características com boa precisão.

**Painéis SNP de baixa densidade usados para identificar irmãos**



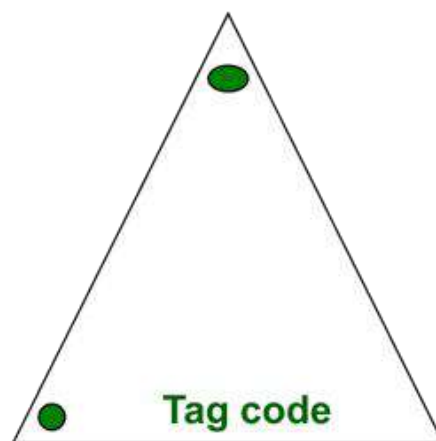
Baixa densidade SNP: > 500 marcadores



# Seleção familiar: antes do SNP



- Tanques separados
- **Ambiente não comercial**
- Diferencial de densidade



# Seleção familiar

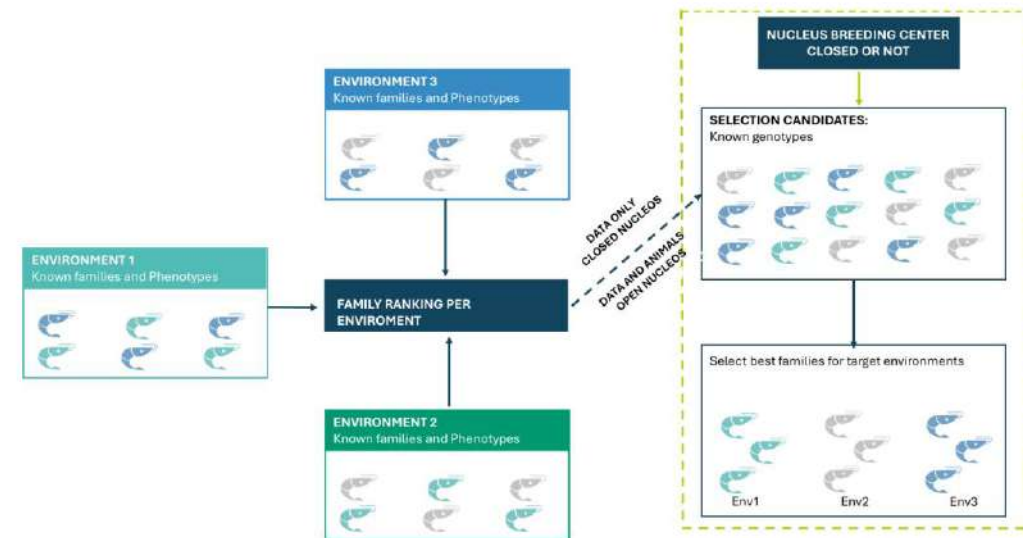
Melhor★★★

## Seleção entre família

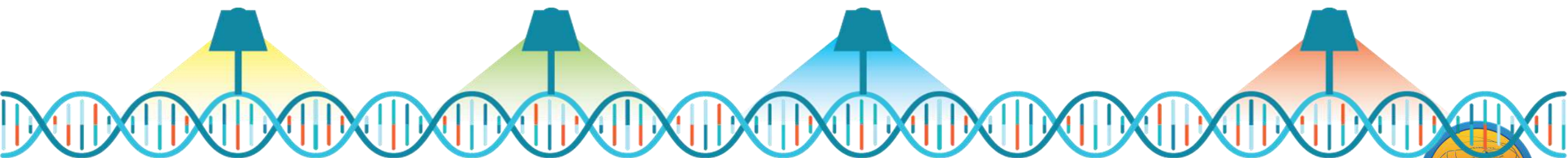
Melhores famílias acasaladas para produzir a próxima geração

Múltiplas características com boa precisão.

**Painéis SNP de baixa densidade usados para identificar irmãos**



Baixa densidade SNP: > 500 marcadores





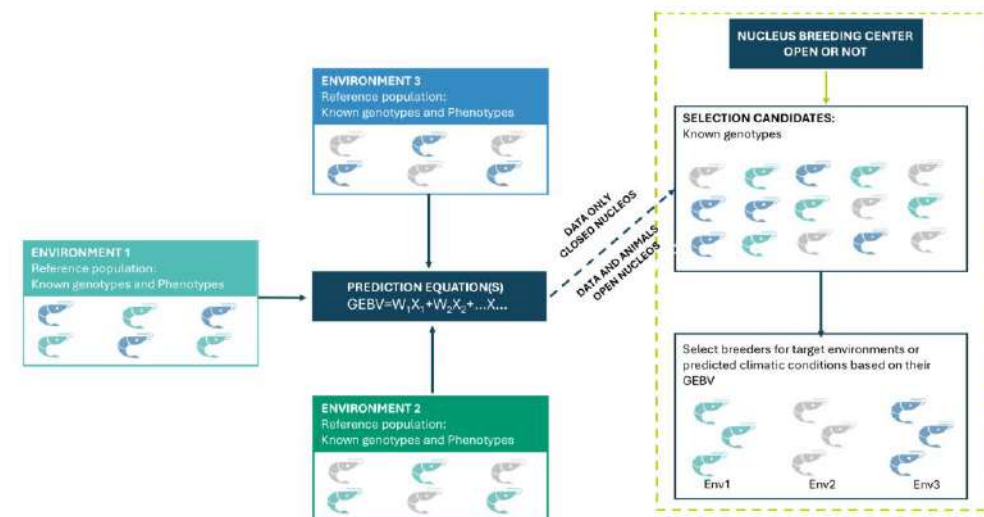
# Seleção genômica

A melhor! ★★★★★

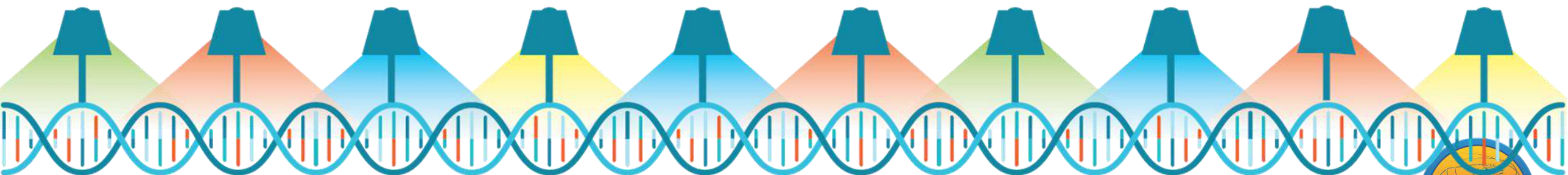
## Seleção entre e dentro das famílias: seleção genômica

Melhores **indivíduos** com base no Valor Genômico Acasalados para produzi a próxima geração

- Melhoramento genético mais rápido
- **Nem todos os irmãos são iguais!**
- Requer painel SNP de alta densidade



Alta densidade SNP: **50,000 marcadores**



# Equador

Primeiro  
pequeno  
projeto de  
genotipagem de  
baixa densidade  
(LD)

CAT introduziu  
painéis SNP de  
baixa e alta  
densidade no  
Equador

2017

2020

2025

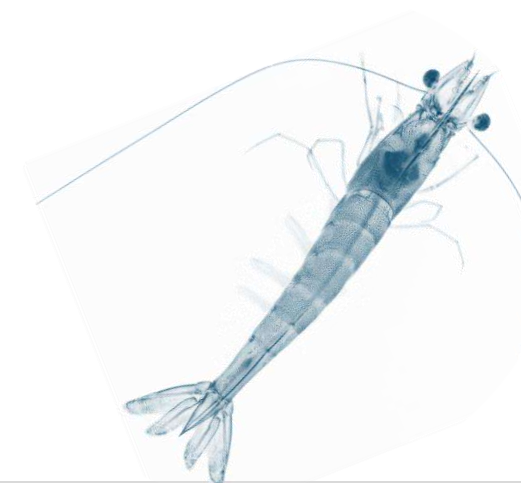
## INTRODUÇÃO BEM-SUCEDIDA DA SELEÇÃO GENÔMICA

### Painel SNP de baixa densidade:

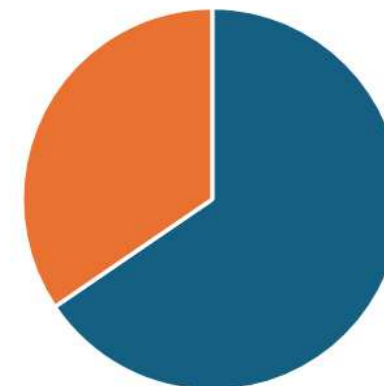
Atribuição parental; estrutura da população;  
controle de endogamia; Visão geral genética...

### Painel SNP de alta densidade:

Seleção genômica



2025



■ Low Density SNP Panel

■ High Density SNP Panel

# Oportunidades na edição do genoma do camarão

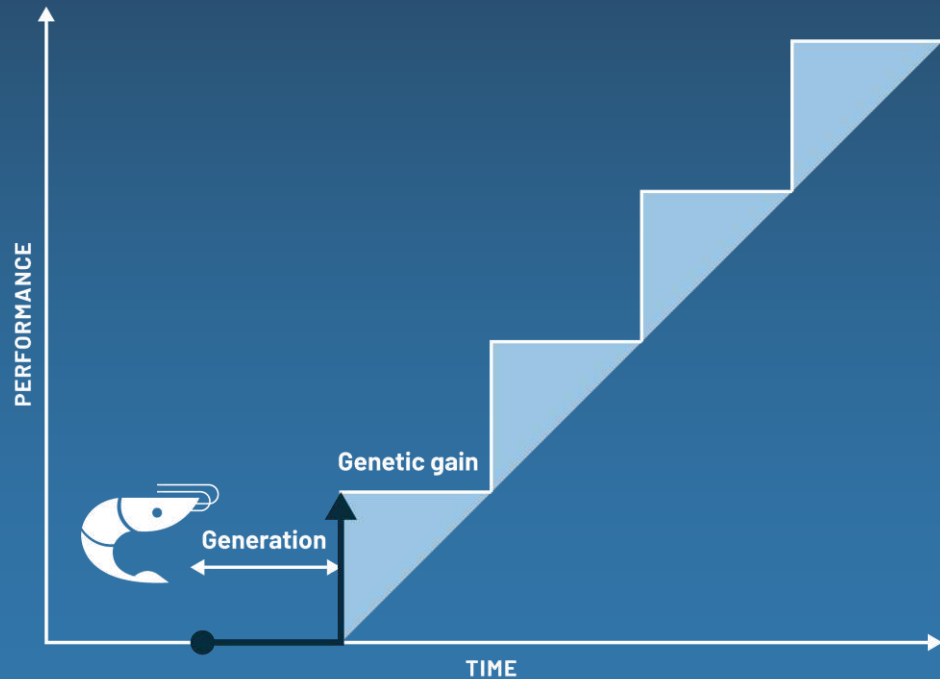




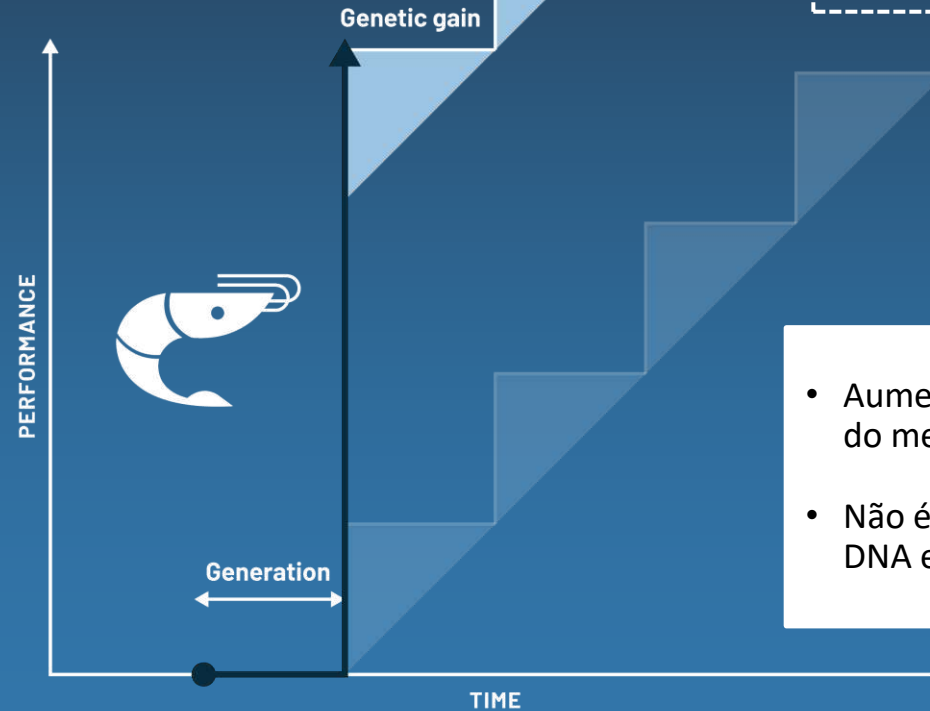


Por meio de mudanças precisas no DNA, a edição do genoma acelera a seleção de características desejáveis que normalmente exigiriam muitas gerações.

### Conventional breeding program



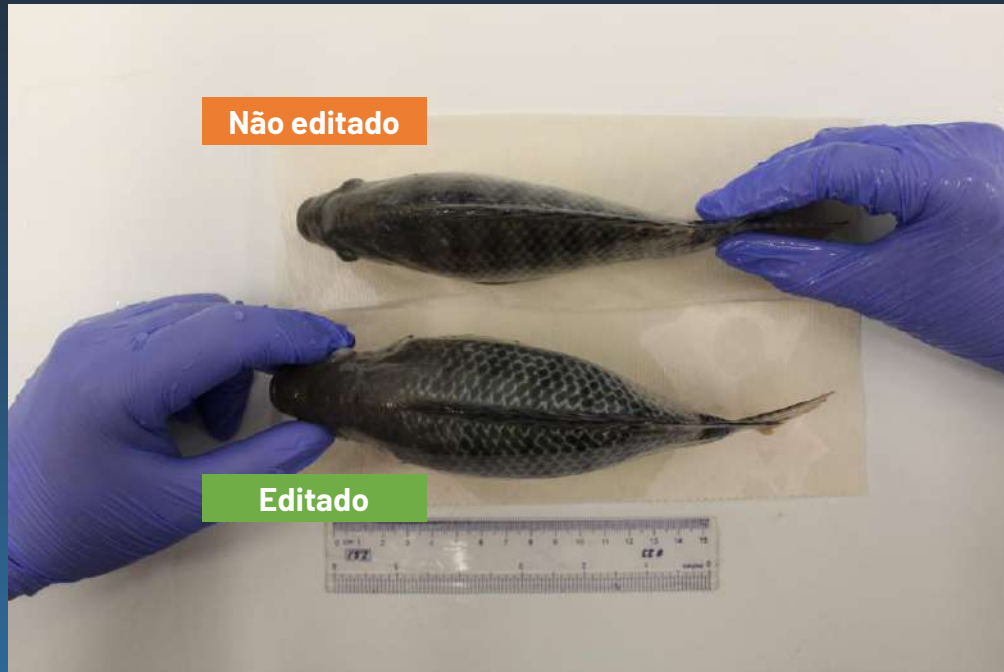
### Genome editing



A edição do genoma (GE) se integrará (não substituirá) aos programas de melhoramento

- Aumento dramático na velocidade do melhoramento genético
- Não é um transgênico - nenhum DNA externo é introduzido

# Exemplo: Aumento do crescimento e rendimento de filé em tilápia



	Taxa de crescimento	Eficiência alimentar	Rendimento de filé
Gene 1	62%	12%	ND
Gene 2	38%	11%	ND
Gene 3	8%	6%	58%

- Comparação entre irmãos
- O gene da miostatina foi editado;
  - Geração F2



**Sterility+®**

A base para a edição  
responsável do genoma do  
camarão cultivado

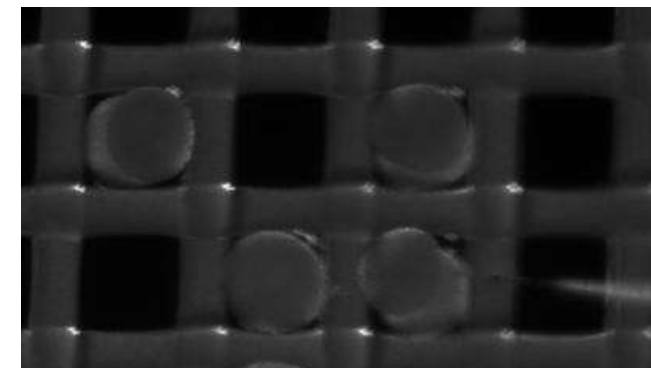
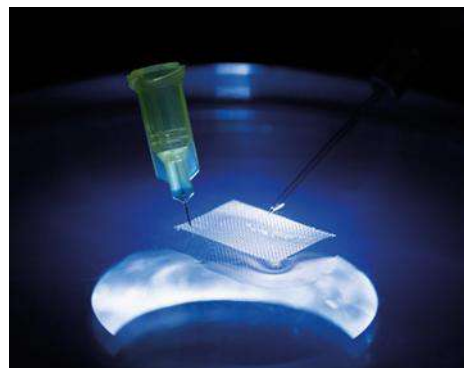
## Oferece 100% de esterilidade

- Aumenta o crescimento, prevenindo a maturação sexual.
- Garante investimentos genéticos.

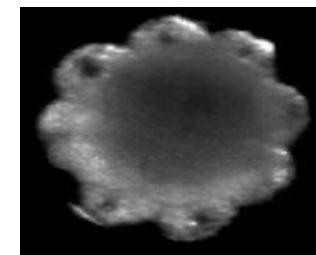
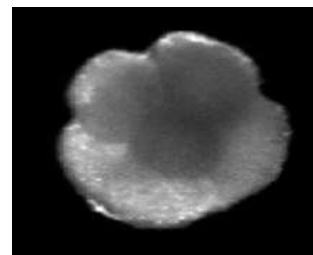
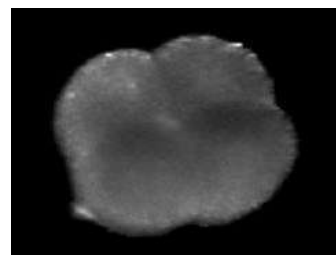
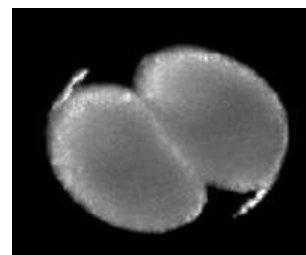
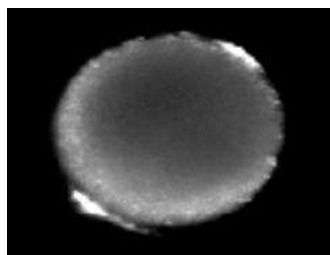
**Esterilidade+®** permite a  
propagação na maturação  
e a esterilidade na  
engorda.



# Desovas de camarão para edição do genoma



## DISPOSITIVOS PARA MICRO-INJEÇÕES



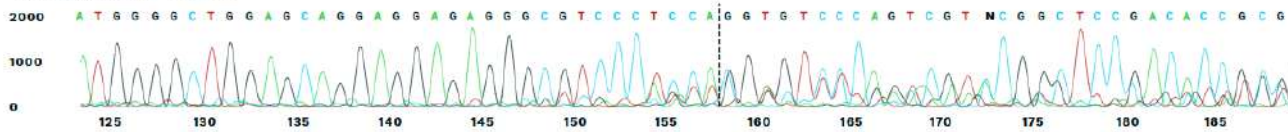
1. Os ovos fertilizados avançam para o estado de 2 células em <40min
2. Nenhum método de fertilização externa disponível para fertilização em massa
3. Mesmo com a inseminação artificial, a liberação de óvulos é imprevisível



# Fenótipo de olho com Scarlett Gene KO

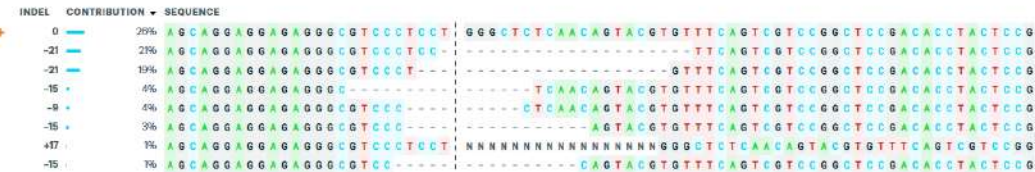


EDITED SAMPLE 124 TO 189 BP



NORMAL

"RED EYE"



Early Larva



PL 20+



LOW

HIGH

- ✓ Marcador visual do sucesso da edição de genes
- ✓ Demonstrando nossa capacidade de criar e cultivar o camarão editado além do PL20+



# Resumo

**1**

**Mesmo as estratégias básicas de seleção oferecem um retorno mensurável**

**2**

**A seleção genômica amplifica os resultados**

**3**

**A edição do genoma é a próxima ferramenta.**





## Low Density tool for Black Tiger Shrimp (*P.monodon*)

Providing critical insight to accelerate genetic improvement

Designed for value and adaptability, this LD panel allows producers to align their genotyping strategies with specific breeding objectives and budget.

Striking the right balance between marker density, sample size, and cost.

Population structure

Genetic diversity

Parentage assignment

Sex determination

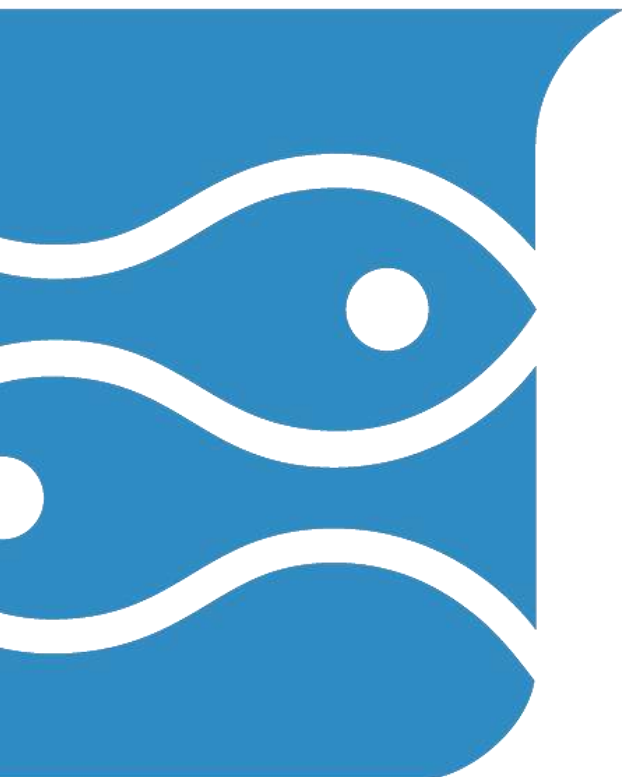
Marker discovery

And more ...

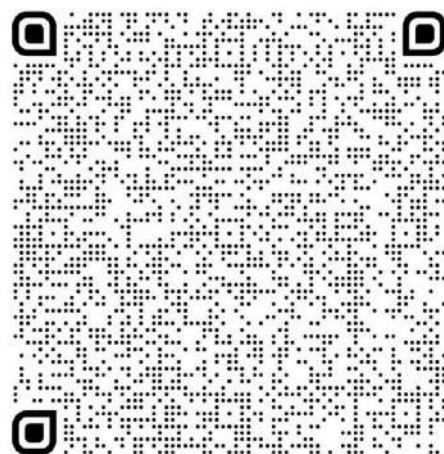




Muito obrigado pela atenção!



PERGUNTAS?



**Oscar Hennig – Senior Advisor**  
Center for Aquaculture Technologies (CAT)



# Liderando a inovação genética: **Entregando resultados praticos**



**Start the  
conversation**



**Visit the  
website**



**Join our  
community**

## **UNITED STATES**

8445 Camino Santa Fe  
Suite 104, San Diego, CA 92121  
+1(858) 450 2972  
[info@aquatechcenter.com](mailto:info@aquatechcenter.com)