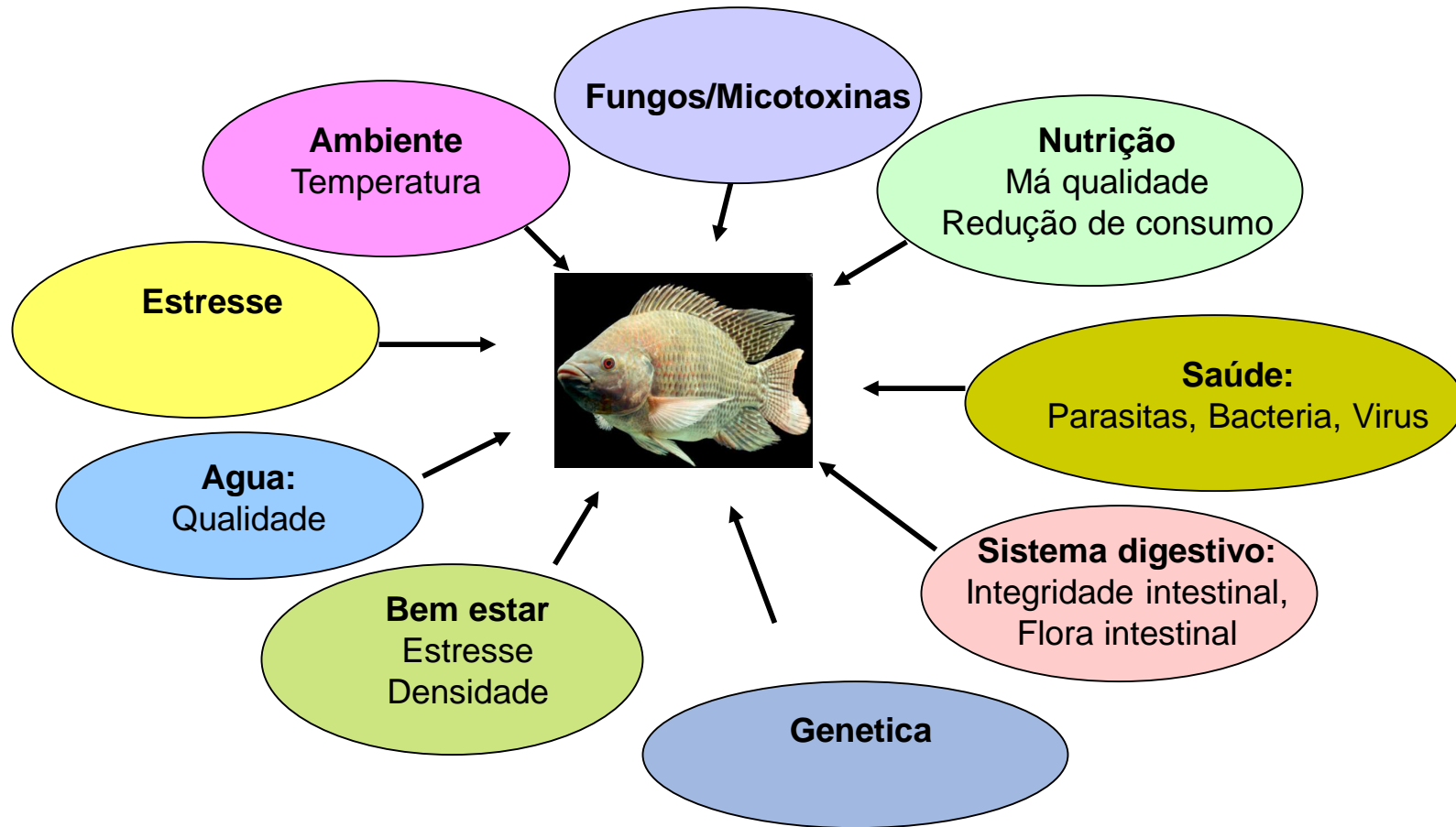


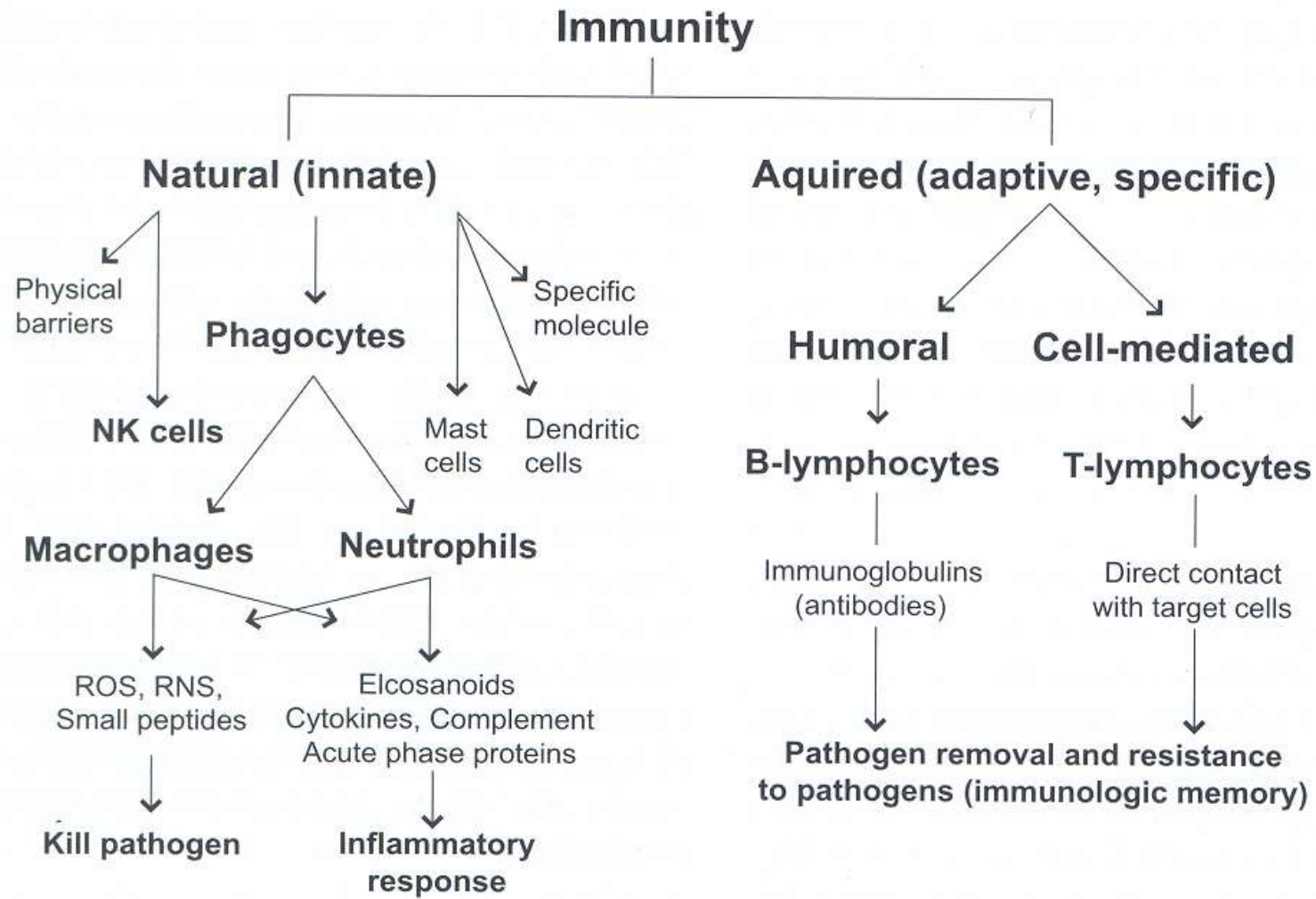
Aditivos Funcionais na Aquacultura

Fernando Rutz

Universidade Federal de Pelotas

Agentes causadores de estresse comprometem o sistema imunológico





Surai (2005)

Peixes + Patógeno



Imunidade natural



Falha

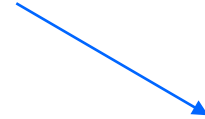
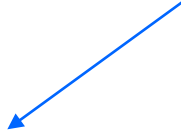
(enfermidade e morte)

**Início da resposta imune
específica**



Sucesso

(Sem enfermidade ou
infecção)



Resposta humoral

(patógenos extracelulares e toxinas)

Resposta celular

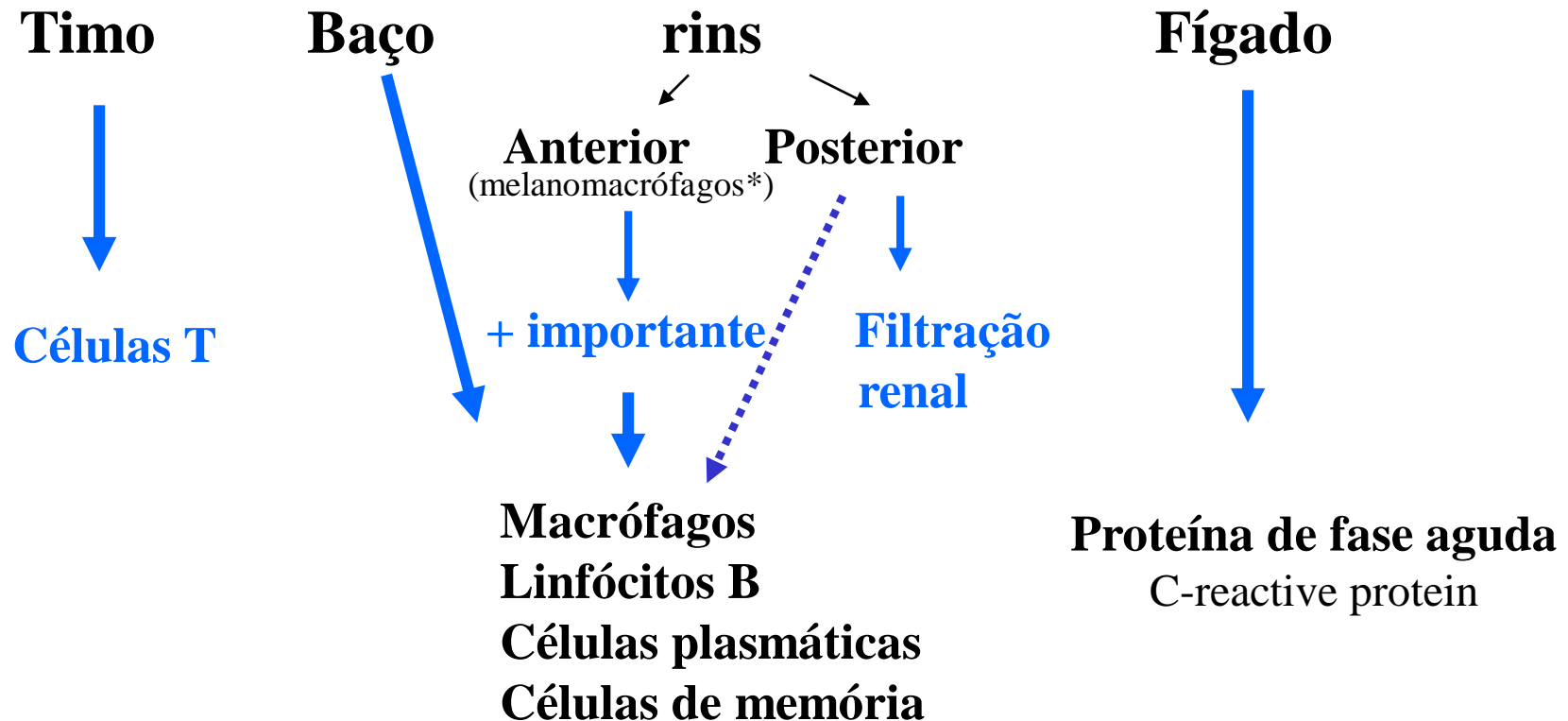
(patógenos e outros virus intracelulares)



Imunidade adquirida, memória imunológica e proteção

(sobrevivência)

Órgãos imunocompetentes em peixes



.....▶ **Início de la vida**

*Melanomacrófagos ou células iunologicas (peixe)= linfonodos (mamiferos)

Agius (1985), Maning (1994)

DEFESA IMUNE NÃO ESPECÍFICA

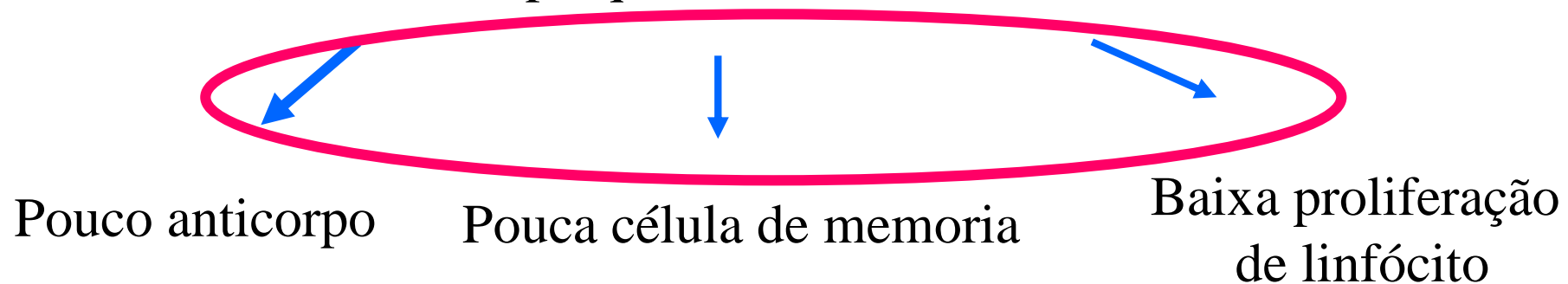
Protege contra substâncias estranhas sem necessidade de reconhecer suas entidades específicas

Reconhece ser um invasor

O sistema imune não específico é mais importante que o específico nos peixes

O sistema imune específico é deficiente em peixes*

- 1) Ineficiência devido ao estado de evolução
- 2) Natureza poiquiloterma



* Pouca importância até 12 semanas

Defesa imune não específica

Defesa na superfície corporal

Inflamação

Interferon (proteína anti-viral)

Defesa na superfície Corporal em peixes

Pele: Muco:— lisozima

- complemento
- imunoglobulinas (IgM)
- osmorregulação

Escamas: barreira física
osmorregulação

Guelras

Epiderme

Defesa imune não específica

Defesa na superfície corporal

Inflamação

Interferon (proteína anti-viral)

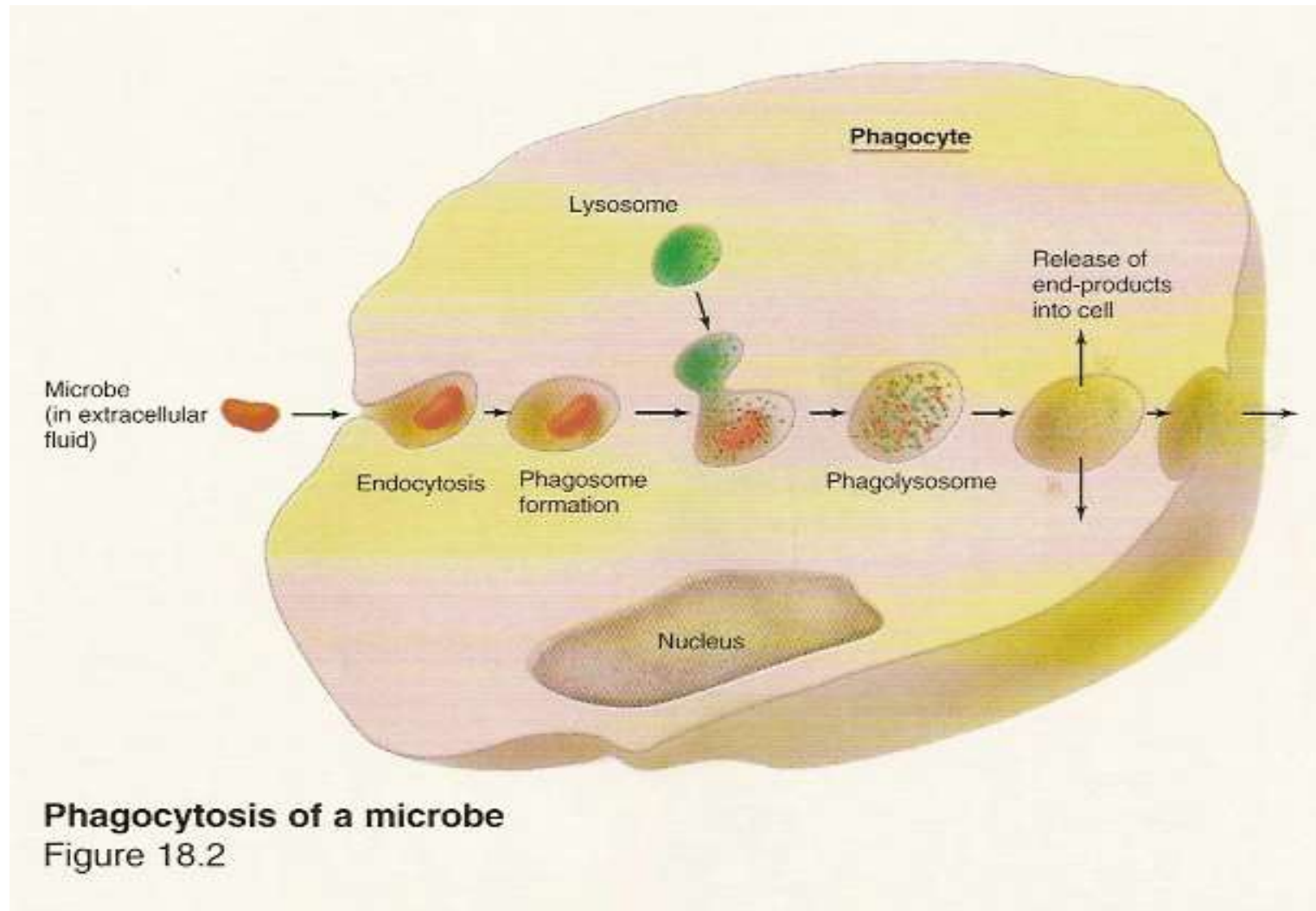
INFLAMAÇÃO

Resposta local a infecção ou lesão

Visa destruir ou inativar substâncias estranhas e preparar o campo para reparação tecidual

Mediadores chave: células que fagocitam: neutrófilos e macrófagos

Destruição por fagócito



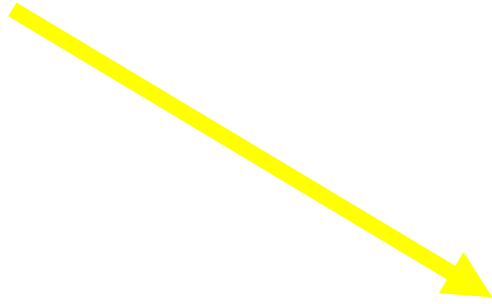
Mecanismos de destruição intracelular de bactérias em peixes

1) Dependente de oxigênio

2) Independentes de oxigênio

(baixo pH, lisozimas, lactoferrina, enzimas proteolíticas e hidrolíticas)

Imunidade humoral



Produção de anticorpo a um agente estranho

Imunidade humoral em peixes

Linfócitos B nos peixes são semelhantes aos de mamíferos

(Janeway e Travers, 1994)

Memória imunológica ocorre em peixes (Arkoosh e Kaattari, 1991)

*** O IgM de peixes e de mamíferos é funcionalmente similar, ou seja, são capazes de se ligar a epitopes na superfície de bactérias, vírus e toxinas.** (Shoemaker et al., 2001)

*** O IgM de peixes é um ativador potente do complemento e uma opsonina muito eficiente** (Shoemaker et al., 2001)

Imunidade adquirida em peixes apresenta desenvolvimento lento (2-3 meses) (Magnadóttir et al., 2006)

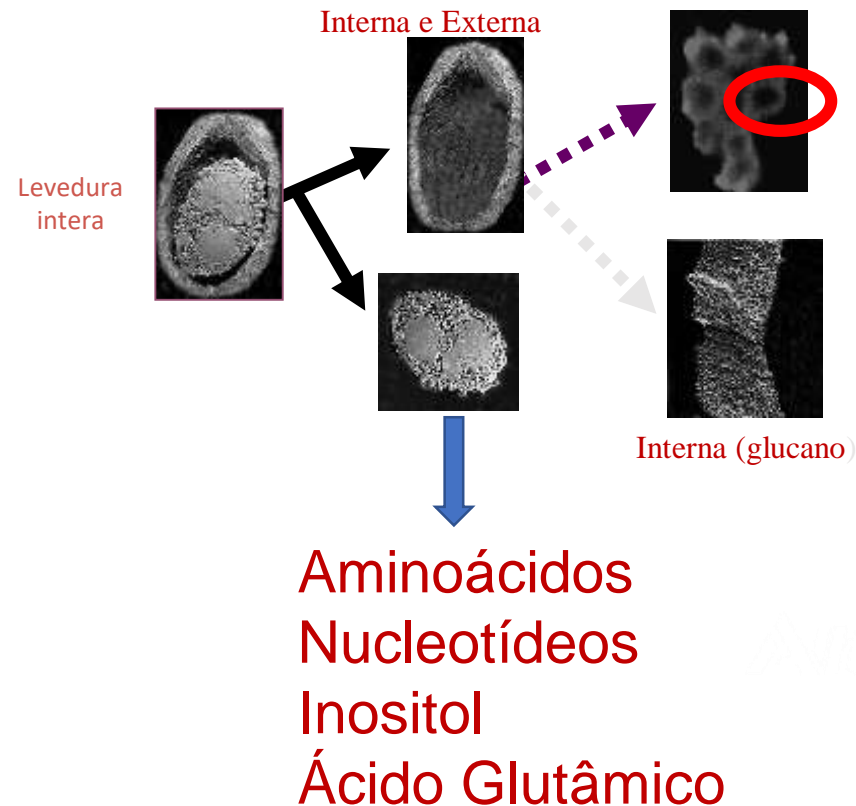
Máximo desempenho e prevenção de enfermidades em Peixes

- 1) Qualidade da água**
- 2) Manuseio e transporte**
- 3) Sanidade**
- 4) Nutrição**

Máximizar o desempenho e a imunidade: papel dos aditivos funcionais

Alimento funcional é aquele que oferece benefícios a saúde, além do valor nutritivo inerente a sua composição química, podendo desempenhar papel benéfico na redução do risco de doenças

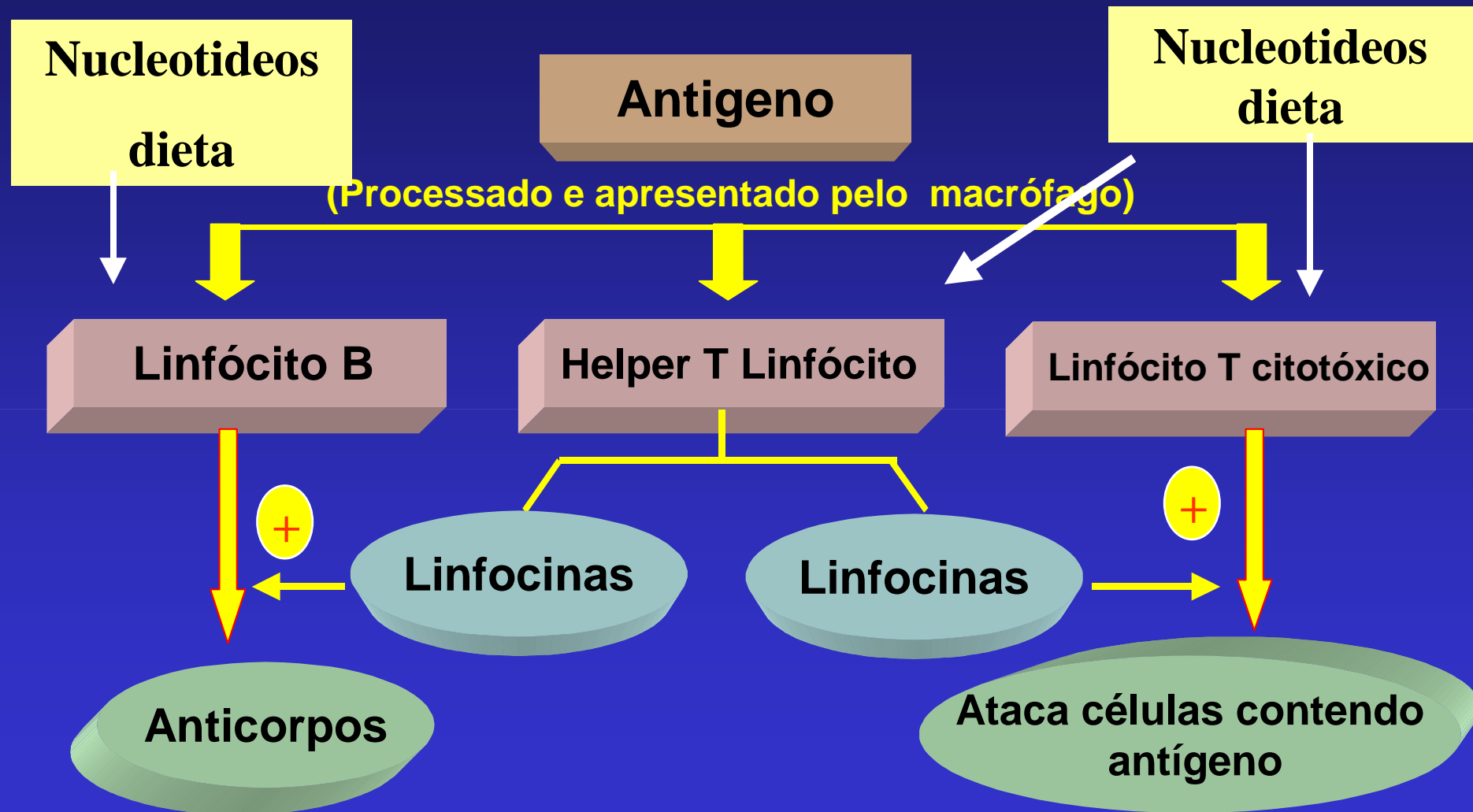
Extrato celular de levedura



Extrato celular de leveduras

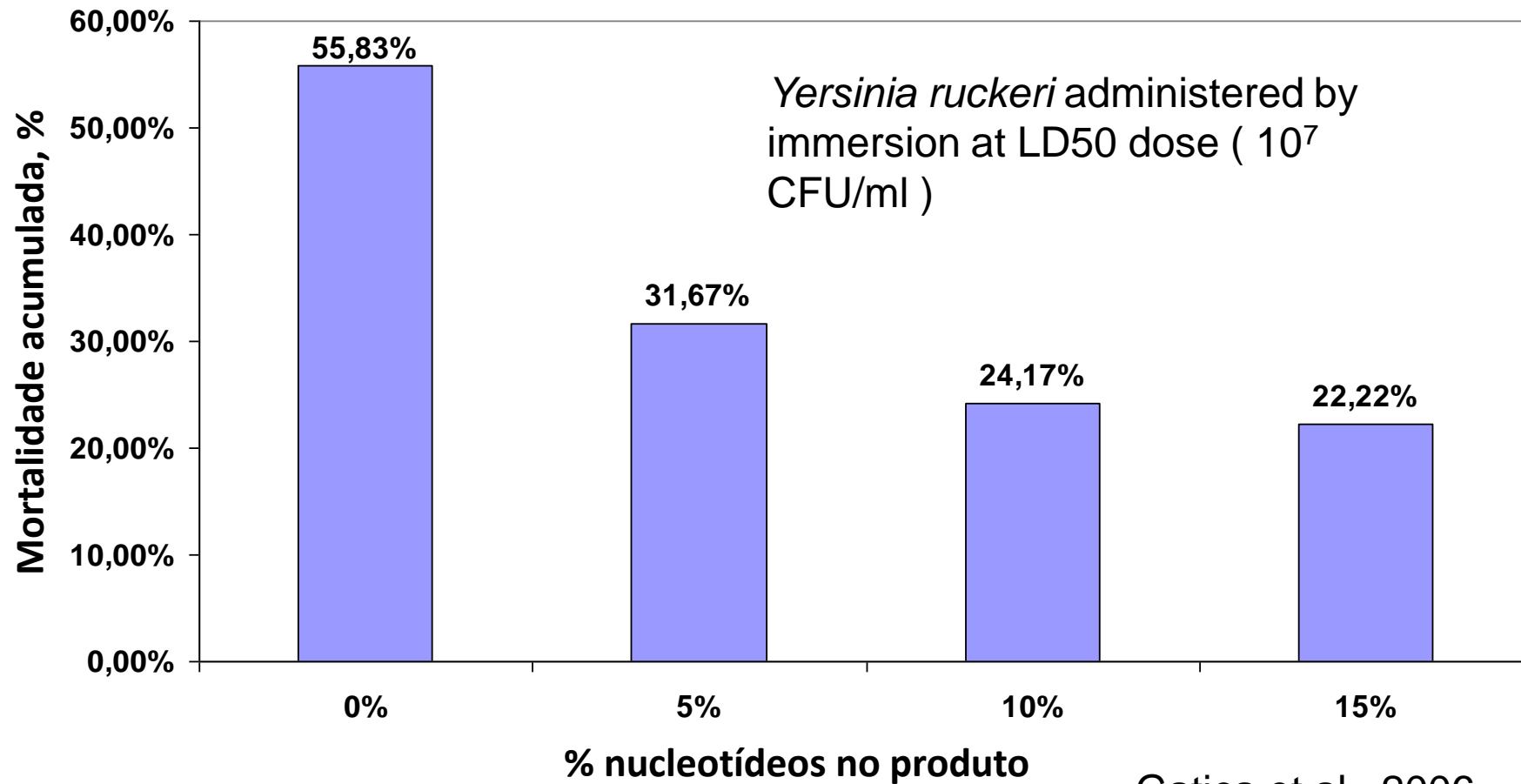
Fonte rica em nucleotídeos,
proteínas e inositol

Nucleotídeos e resposta Imunológica



Salmão: resposta imunológica

Extrato nuclear de levedura enriquecido com nucleotídeos
Mortalidade após desafio com *Y. ruckeri*

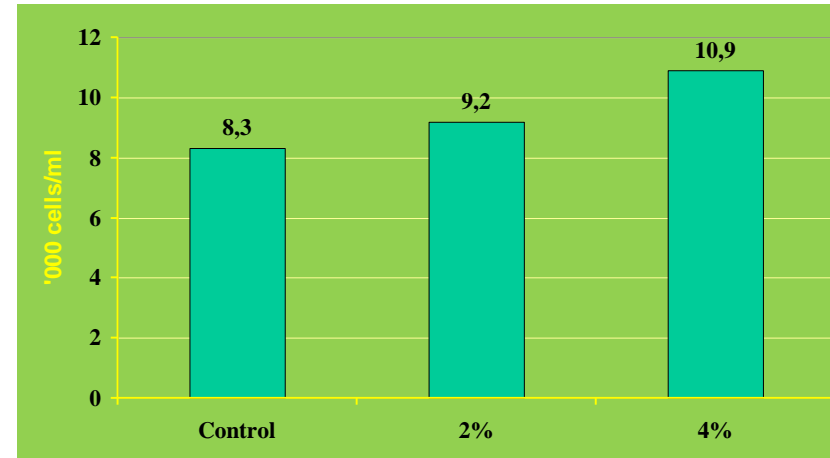


Gatica et al., 2006

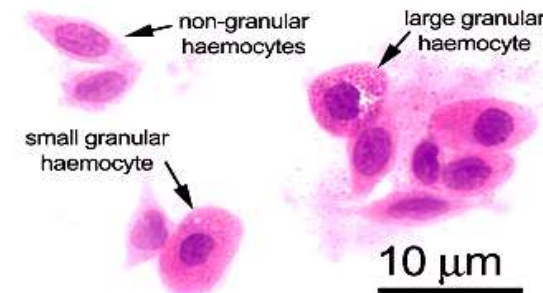
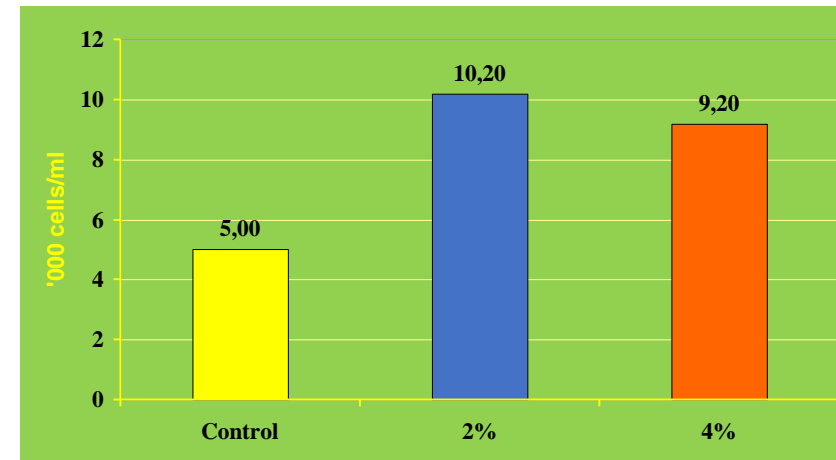
Extrato celular de leveduras para camarões

- Camarões apresentaram aumento na contagem de células sanguíneas e de hemócitos granulares.
- Hemócitos granulares atacam patógenos, através da liberação de fenoloxidase, primeira linha de defesa

Celulas sanguineas



% hemócitos granulares

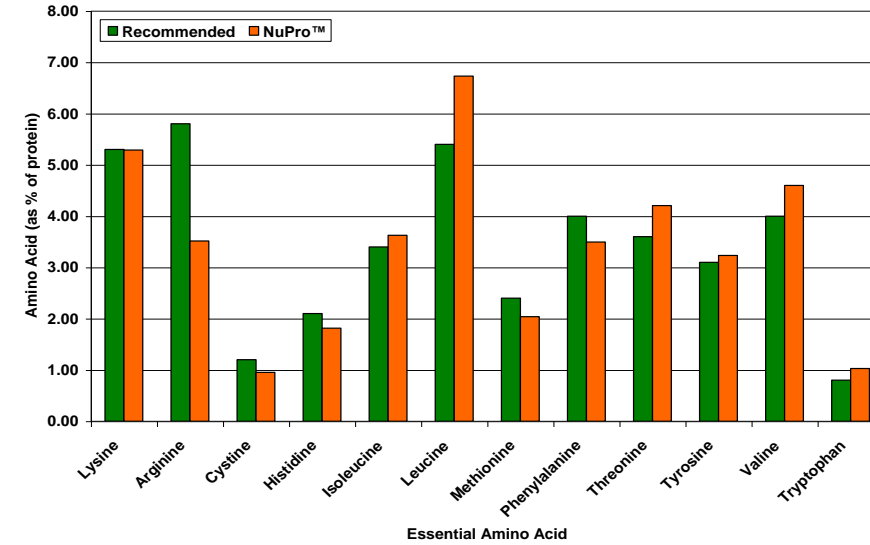


Extrato celular de leveduras

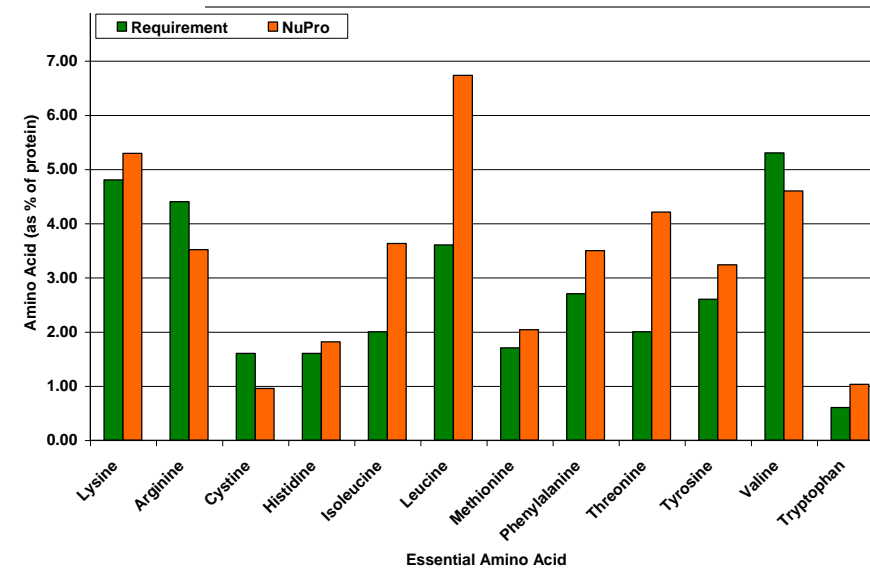
Fonte rica em aminoácidos essenciais

- Balanço adequado de aminoácidos essenciais para várias espécies aquáticas

Camarões

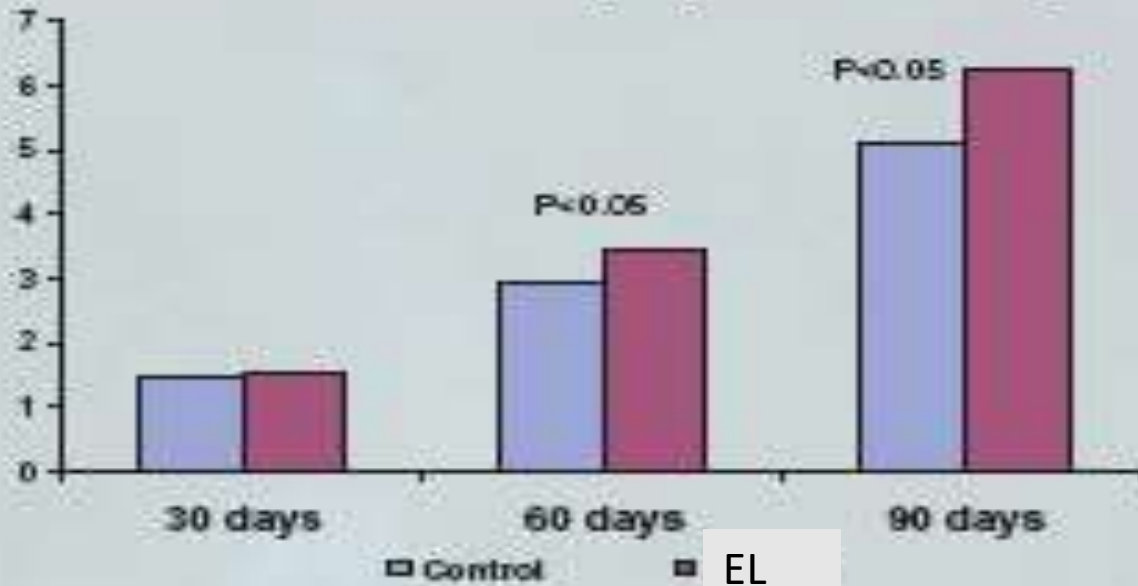


Peixe



Extrato celular de levedura melhora o desempenho do salmão

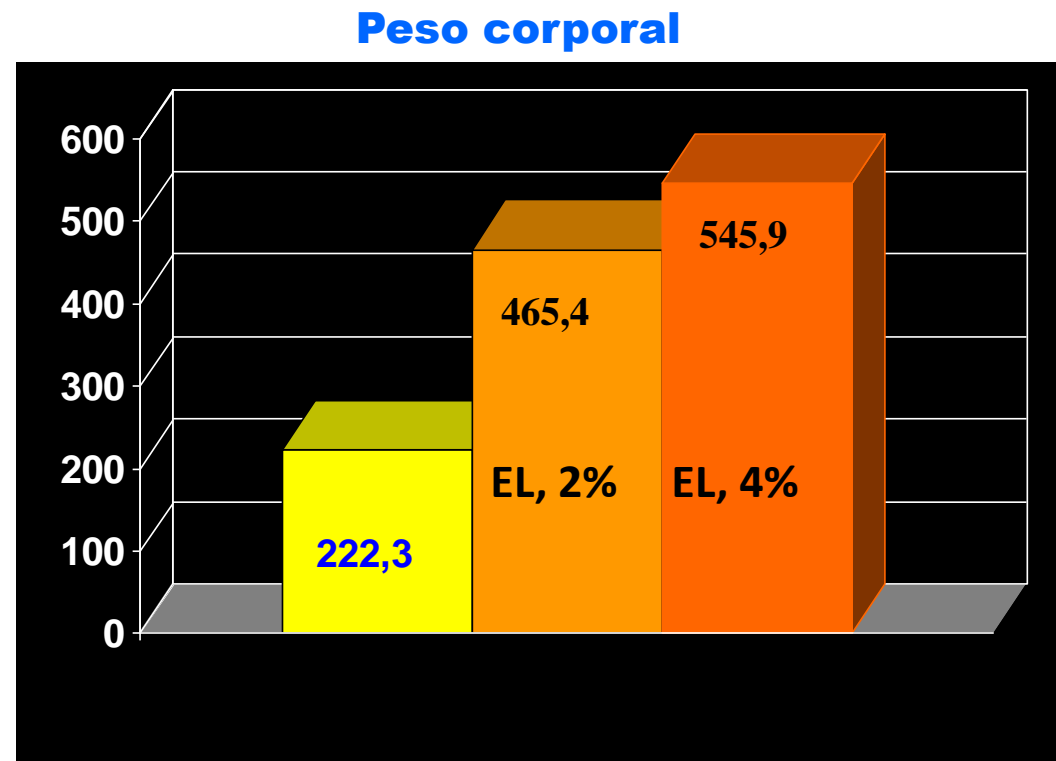
Extrato de leveduras (EL) sobre o peso corporal de alevinos



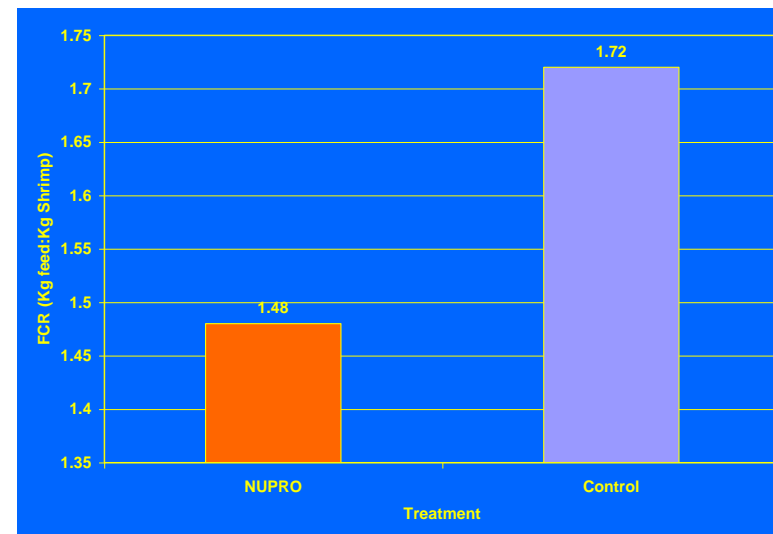
- Melhora no desempenho
- Melhora na conversão alimentar
- Melhora na biomassa de peixes
- Lotes mais homogêneos

Extrato celular de levedura (EL) para camarões

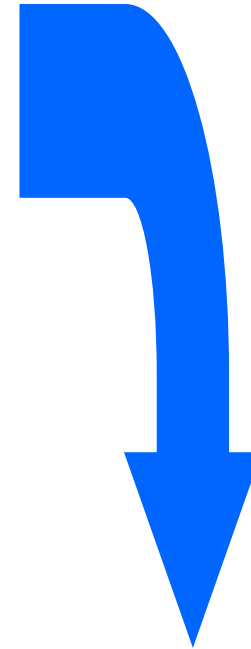
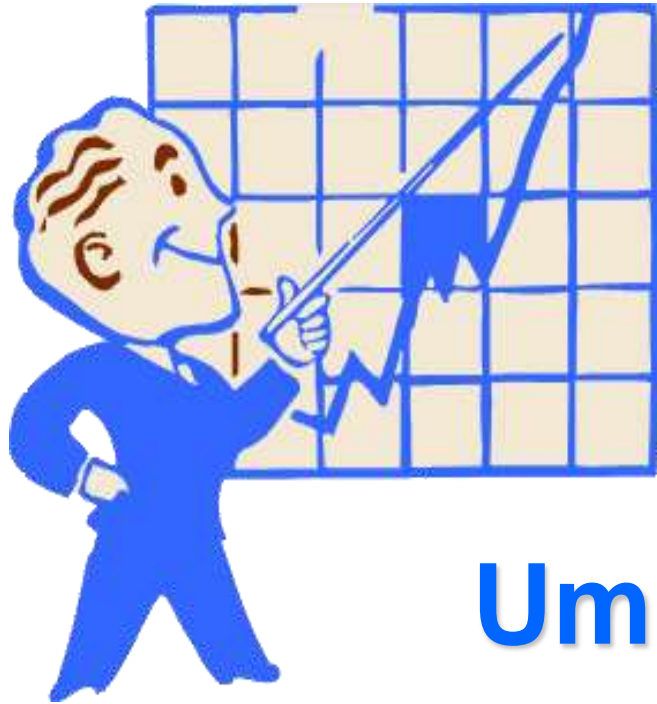
- Período: 15 semanas
- Melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar



Conversão alimentar



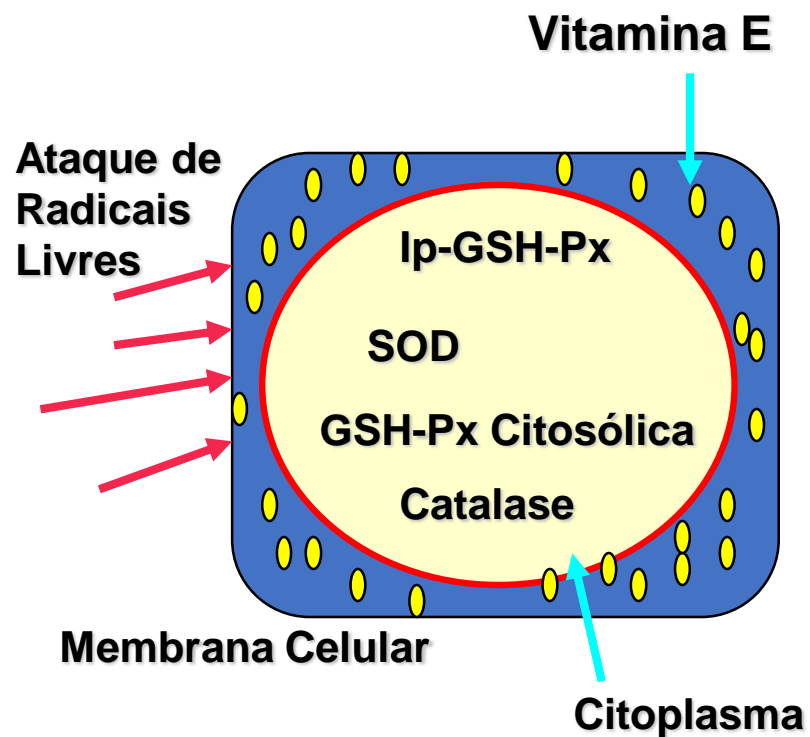
Selênio orgânico



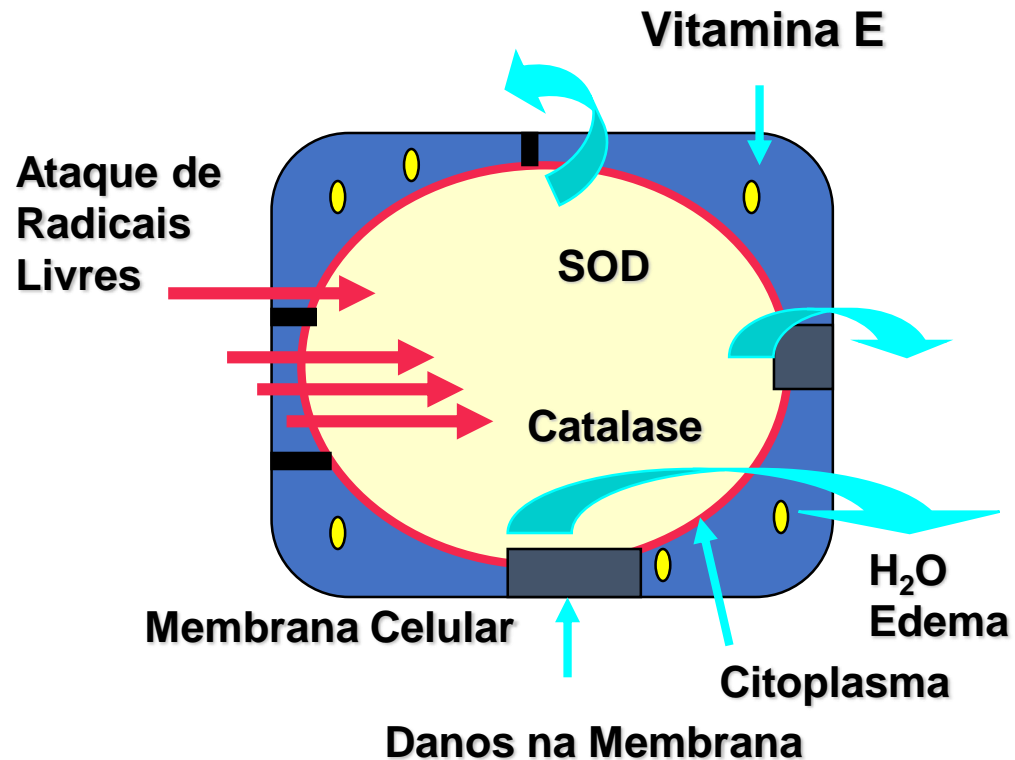
Um agente anti-estresse

Influência de Selênio e da vitamina E na integridade celular

Célula Normal

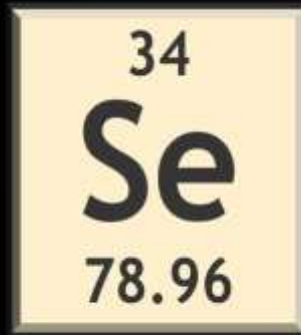


Célula Deficiente em Selênio/Vitamina E

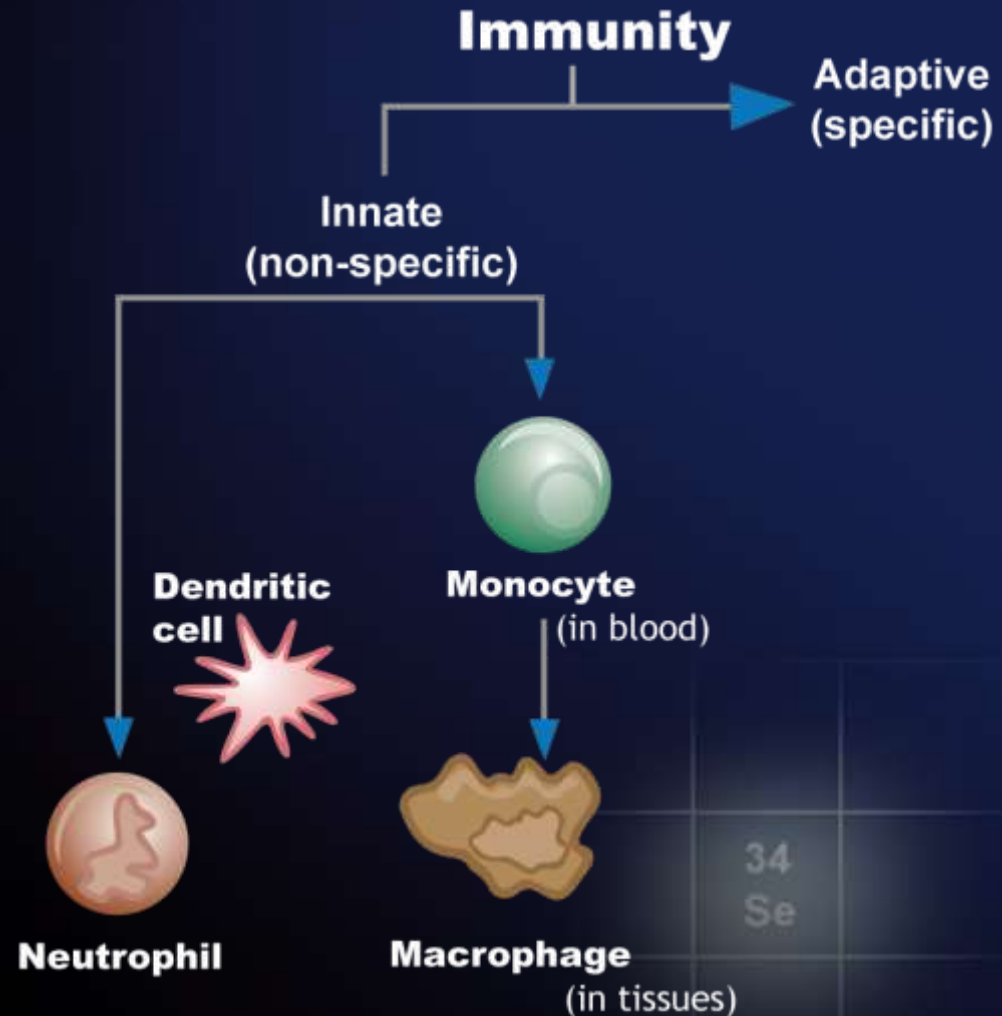


Selênio e imunidade inata

Importância da GSH-Px

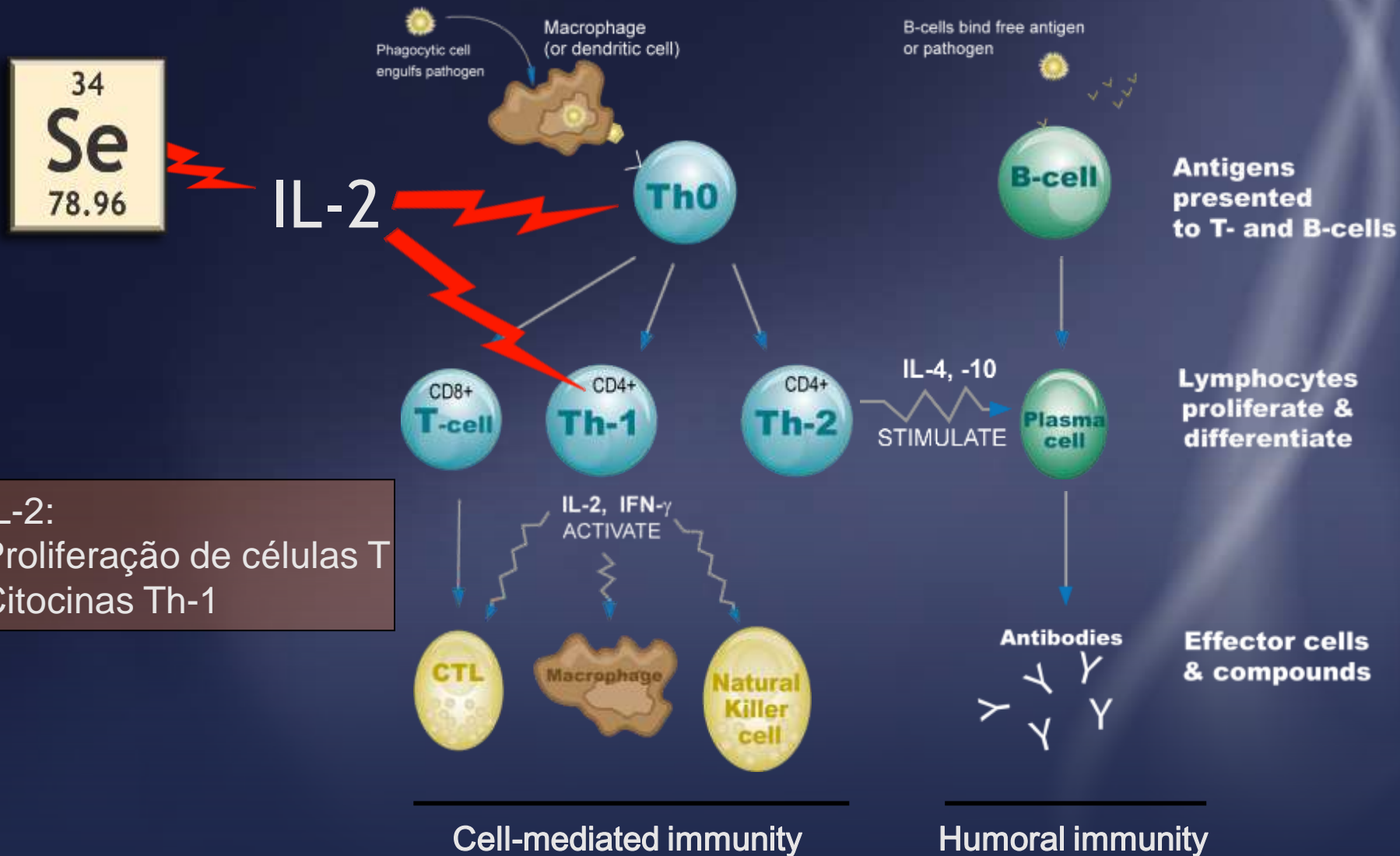


- **Acelera** a quimiotaxia de neutrófilos ao local de infecção
 - Síntese de leucotrienos
- **Protege fagócitos** da ação de radicais livres
 - GSH-Px



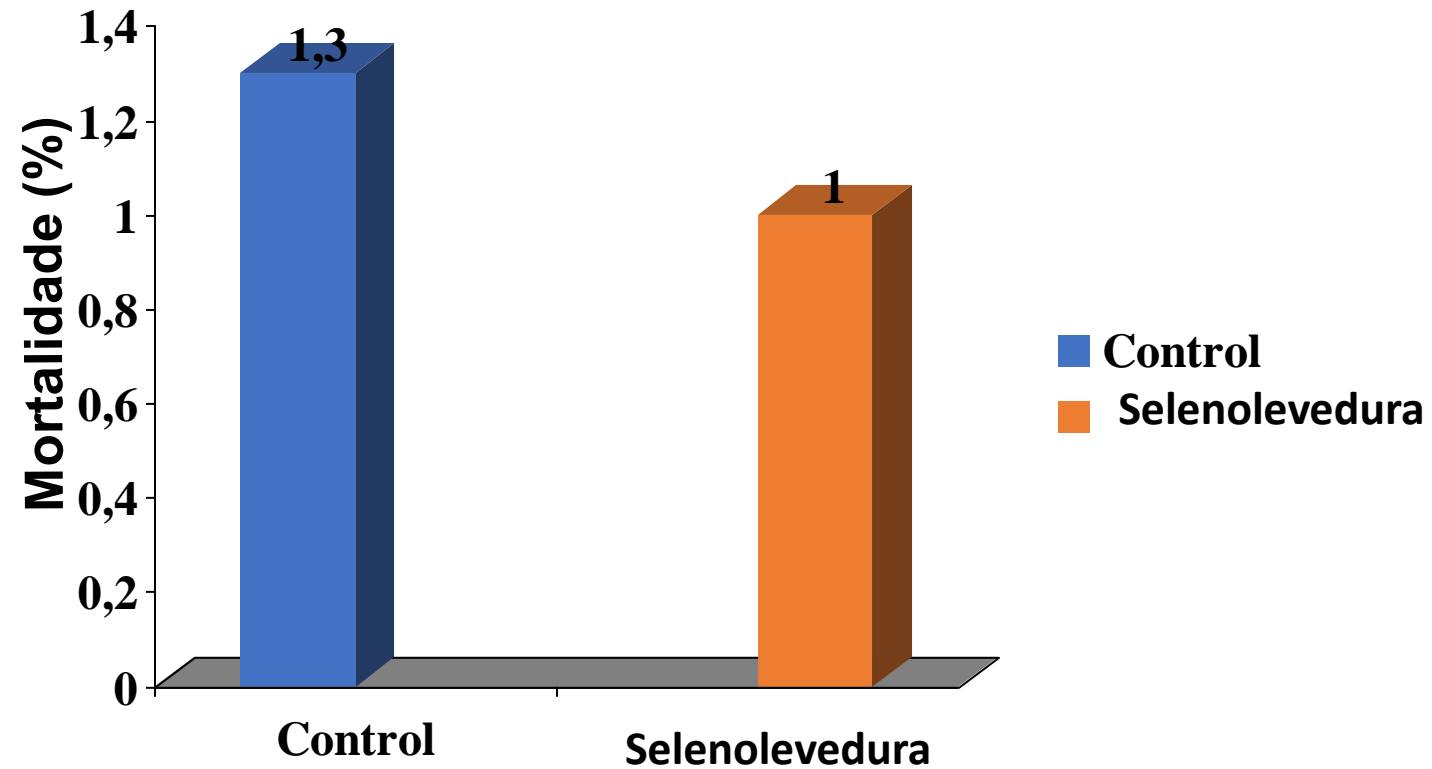
Selênio, citocinas e função de células T

Imunidade adaptativa

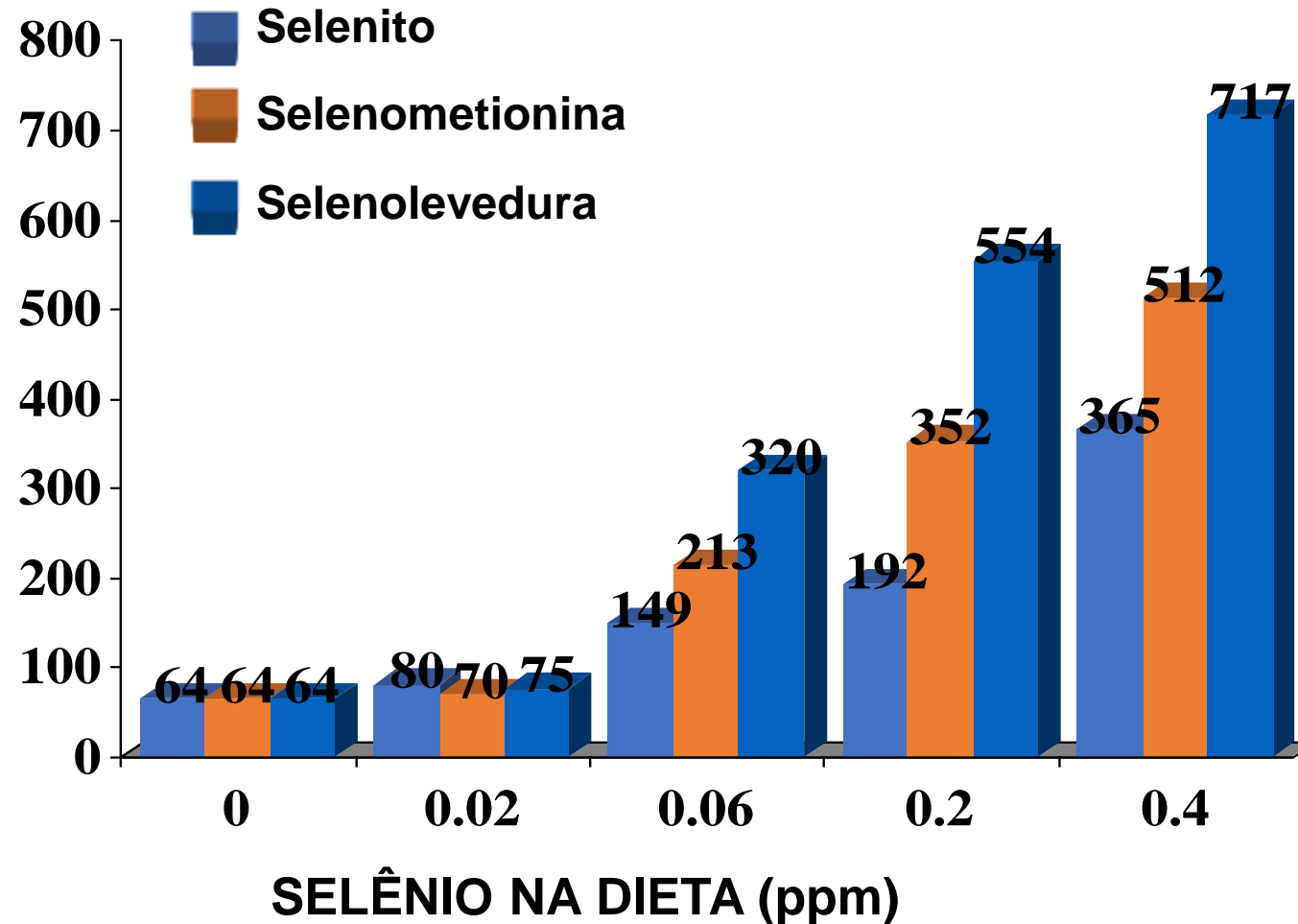


**SELÊNIO ORGÂNICO MELHORA A
RESPOSTA
IMUNOLÓGICA DE PEIXES**

SELÊNIO ORGÂNICO E MORTALIDADE DE SALMÃO



TÍTULO DE ANTICORPOS EM CATFISH DESAFIADOS POR *E. ICTATURI*

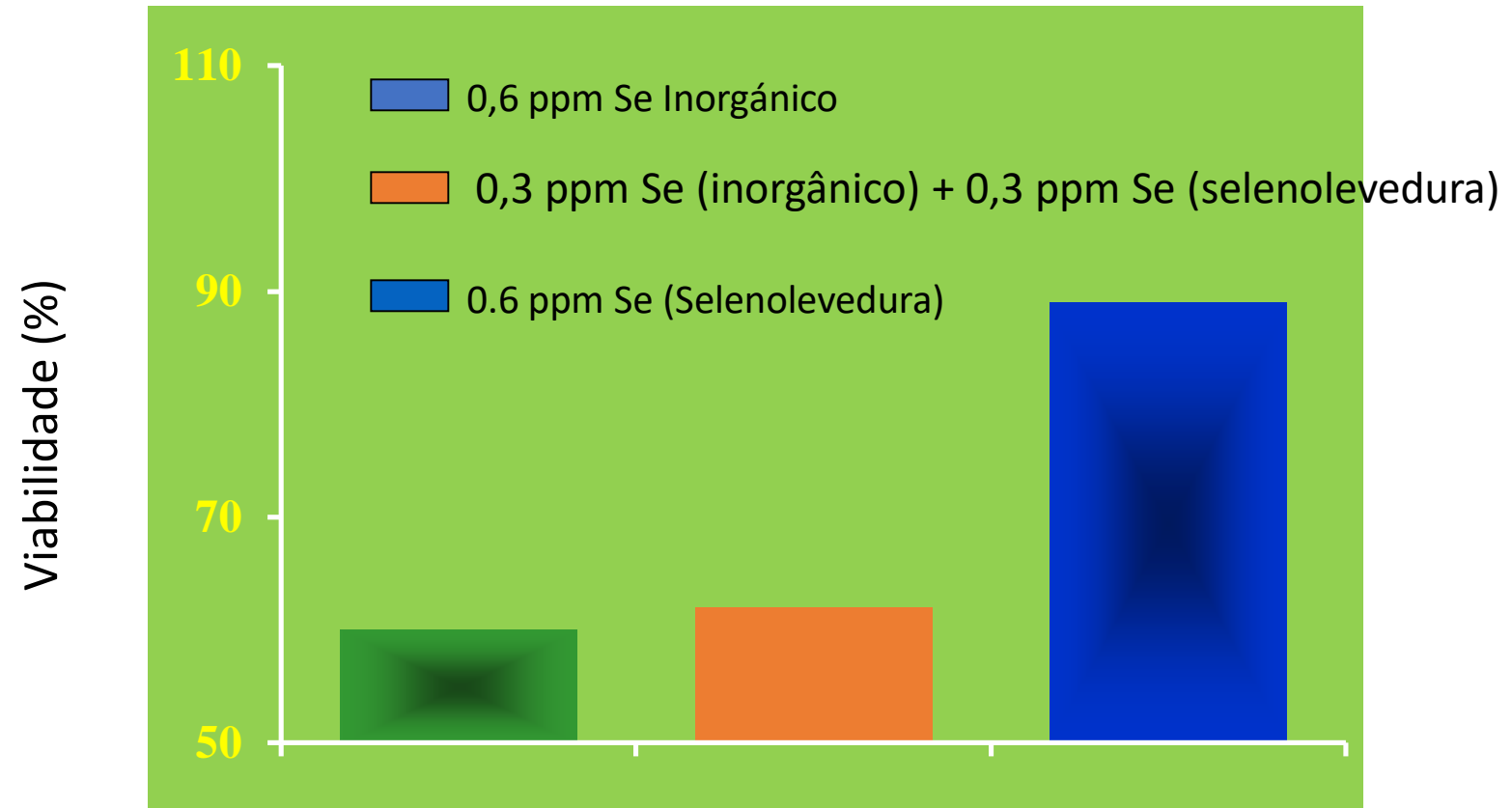


Lovell e Wang (1999)

Uso de Selênio orgânico para alevinos de catfish

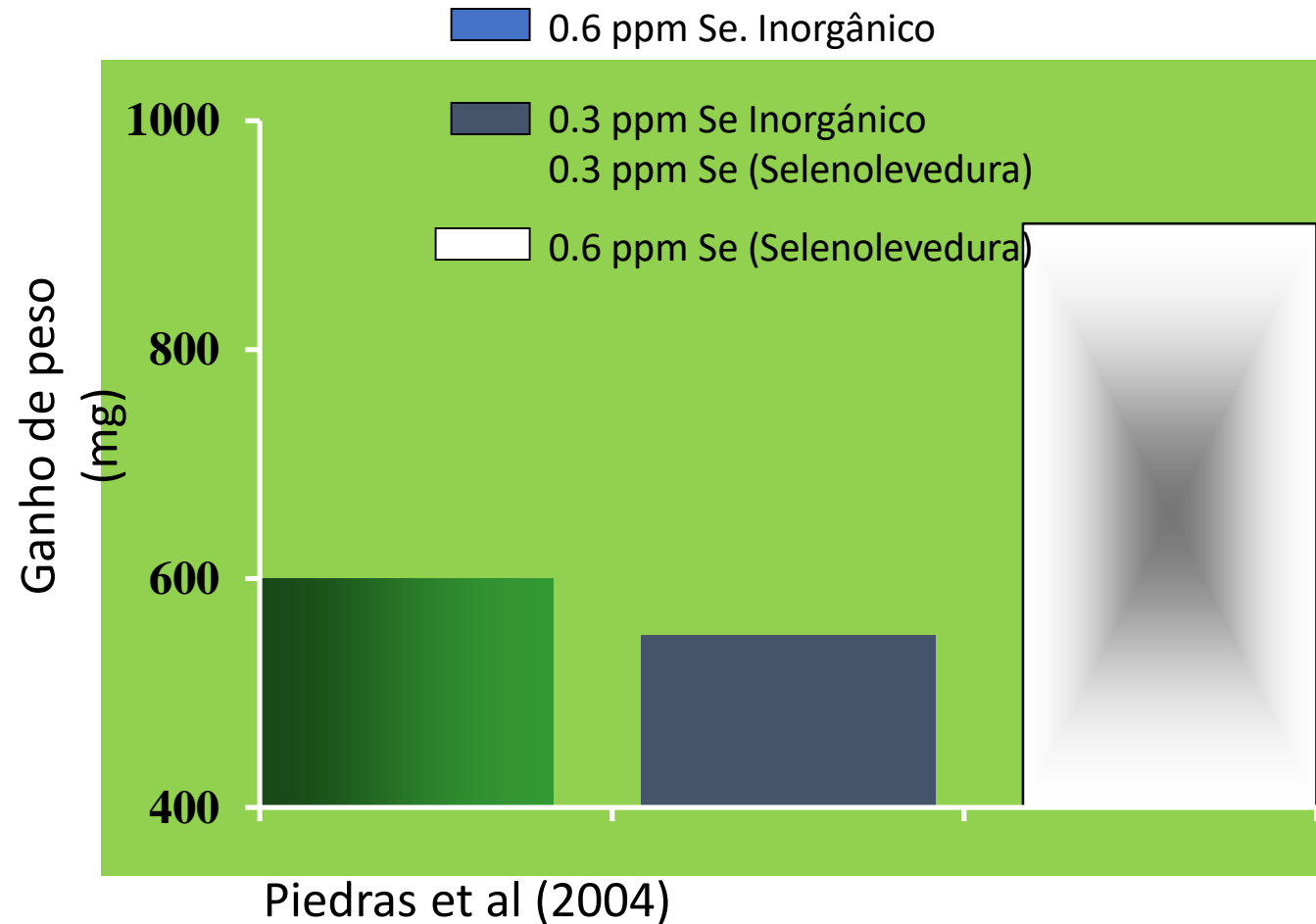
- Animais : alevinos de catfish
- Dieta base : farelo de soja, farinha de peixe, farelo de arroz e premix.
- Instalações : aquários.
- Tratamentos : T1 – 0.6 ppm Se inorgânico.
T2 – 0.3 ppm Se inorgânico
+ 0.3 ppm de Se, Se orgânico (selenolevedura)
T3 – 0.6 ppm Se, Se orgânico (selenolevedura)
- Período : 55 días.

FONTES DE SELÊNIO PARA ALEVINOS CATFISH

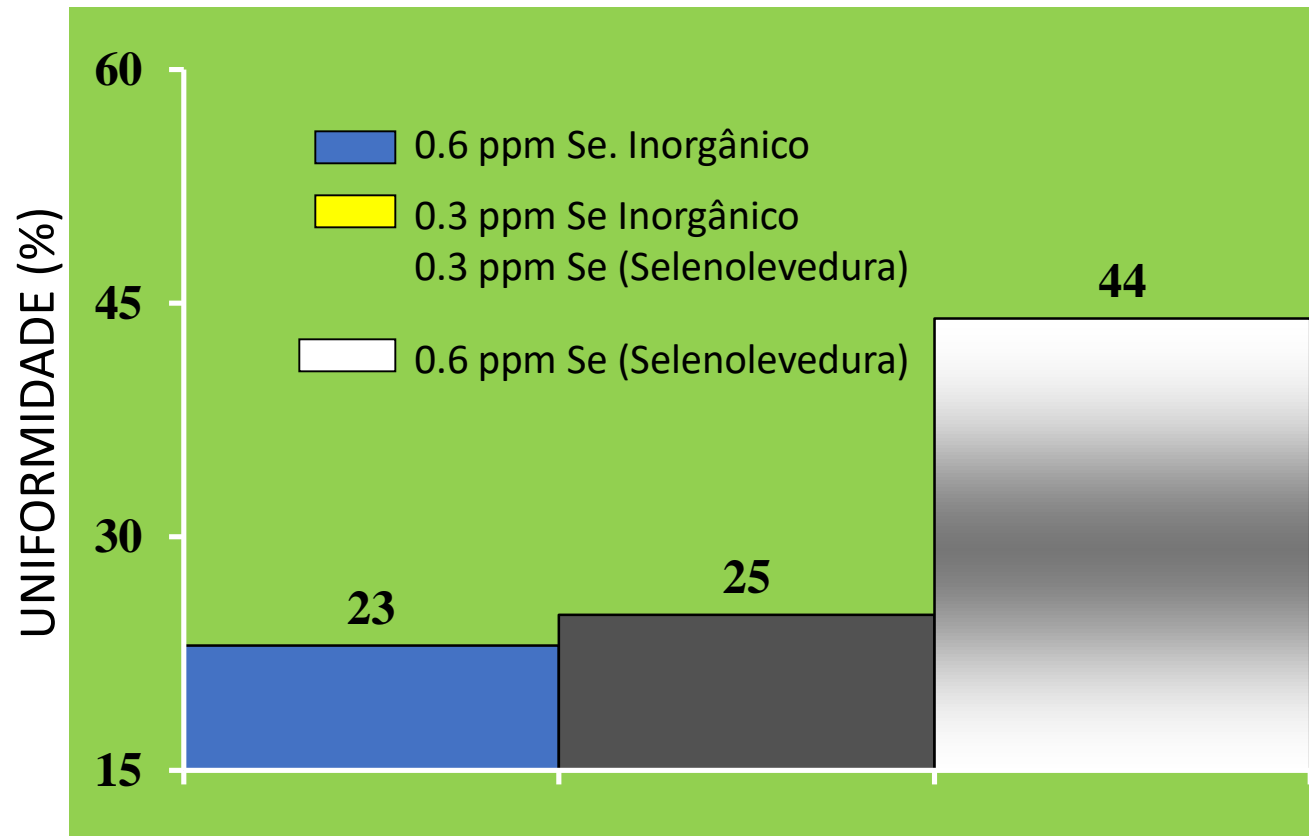


Piedras et al (2004)

GANHO DE PESO (mg) : FONTES DE SELÊNIO PARA ALEVINOS DE CATFISH



UNIFORMIDADE (%) : FONTES DE SELÊNIO PARA ALEVINOS DE CATFISH

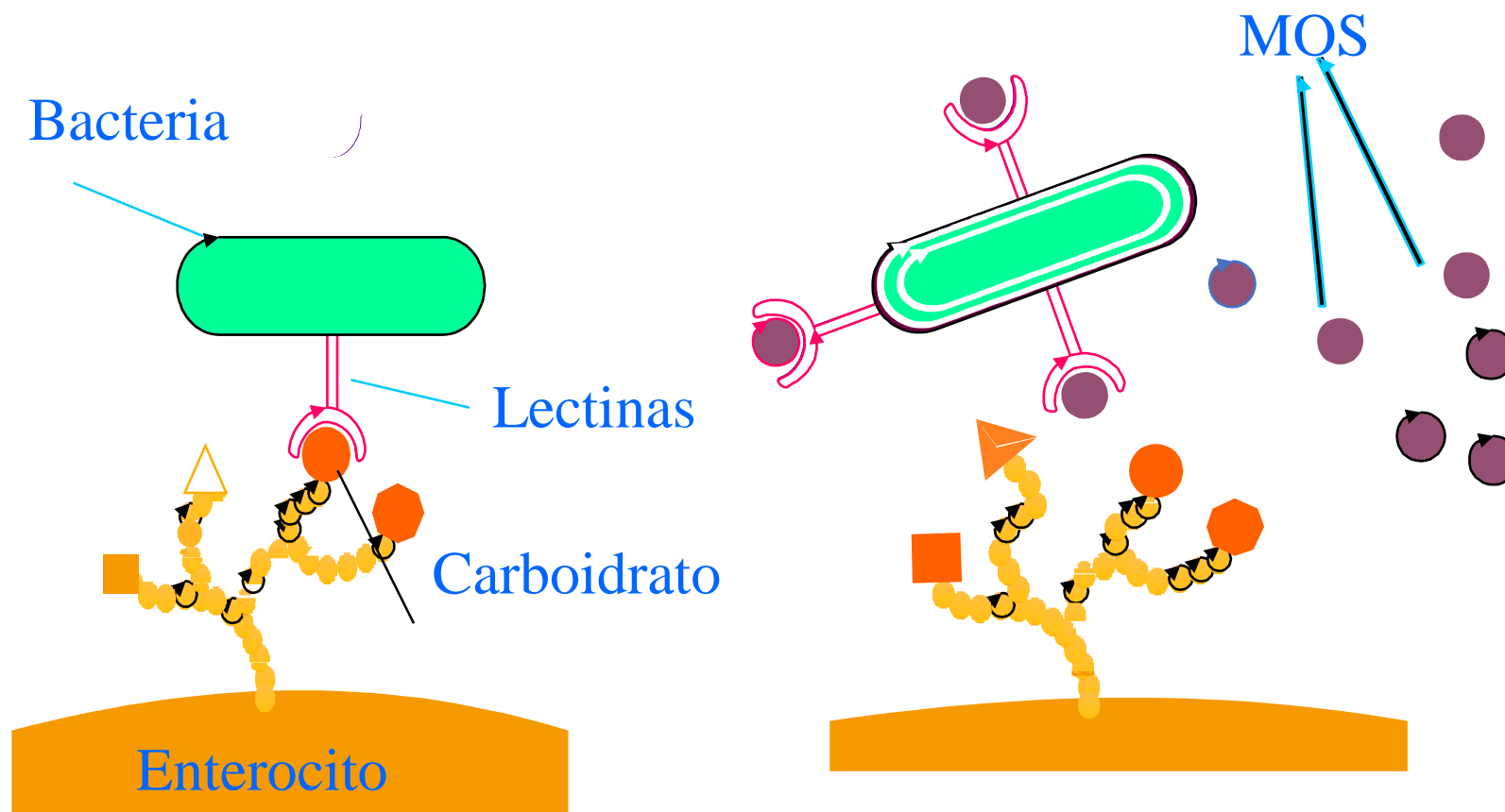


Piedras et al (2004)

Por que el Selenio Orgânico melhora o desempenho e a imunidade de peixes?

- **Biodisponibilidade?**
- **21° e 22° aminoácidos ?**
- **Armazenamento no corpo?**
- **Não possuem efeito pro-oxidante?**
- **Atividade da Tireóide?**
- **Ação nutrigenômica?**

MANANOPROTEINAS BLOQUEIAM A COLONIZAÇÃO DE BACTERIAS IMPEDEM A OCUPAÇÃO DOS RECEPTORES



SENSIBILIDADE À MANOSE

TABLE 1 – EFFECT OF VARIOUS MANNAN COMPOUNDS ON RELATIVE AGGLUTINATION TITER USING *E. COLI* EXPRESSING TYPE 1 FIMBRIAE.

Mannose form	Relative agglutination of <i>E. coli</i>
D-Mannose	5
D-Mannose 6-Phosphate	Below Detectable Limits
α -1-3 MOS	6
α -1-6 MOS	1
α -1-3 and α -1-6 Branched MOS	187.5
β -1-4 Mannan-Glucan	Below Detectable Limits

Mirelman, 1985; Feed Mix, 2006



Mananoproteínas

- Bioflocos – 300 cam/m²
- Infecção laboratorial de *V. parahaemolyticus*.

5. Conclusion

Dietary supplementation of mannoprotein in *L. vannamei* reared in a super-intensive biofloc system increases shrimp survival. Additionally, dietary supplementation in doses 0.12% increases the width, length and perimeter of intestinal villi, and higher doses of MP (1.2%) increase superoxide anion production after infection with *V. parahaemolyticus*.

Resultados

Aumento da sobrevivência:

1. Actigen aumentou a sobrevivência de *L. vannamei* de 75% para 84%.

Table 4

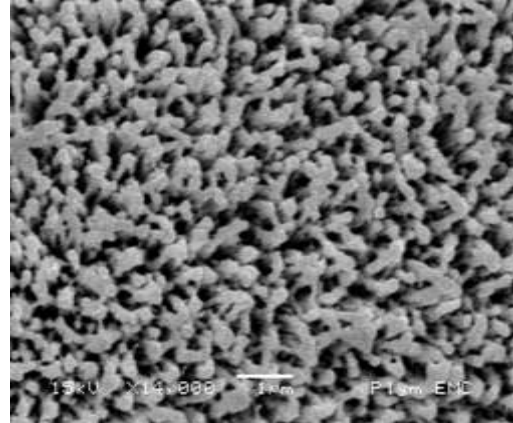
Final average weight (g), weekly weight gain (g-week⁻¹), final biomass (kg·m⁻³), survival (%) and feed efficiency of experimental rearing of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive biofloc system, with dietary supplementation of mannoprotein in different concentrations (0.02%, 0.08%, 0.12%).

Parameters	Mannoprotein (%)			
	Control	0.02	0.08	0.12
Final average weight (g)	12.53 ± 0.15	11.63 ± 2.05	11.23 ± 0.35	11.77 ± 0.23
Weekly weight gain (g-week ⁻¹)	0.960.01	0.86 ± 0.21	0.82 ± 0.05	0.87 ± 0.03
Final biomass (kg·m ⁻³)	3.01 ± 0.14	3.12 ± 0.36	3.00 ± 0.07	3.14 ± 0.06
Survival (%)	74.77 ± 3.44 ^a	84.50 ± 4.76 ^b	83.53 ± 1.40 ^b	83.27 ± 1.70 ^b
Feed efficiency	0.40 ± 0.02	0.35 ± 0.06	0.33 ± 0.02	0.35 ± 0.01

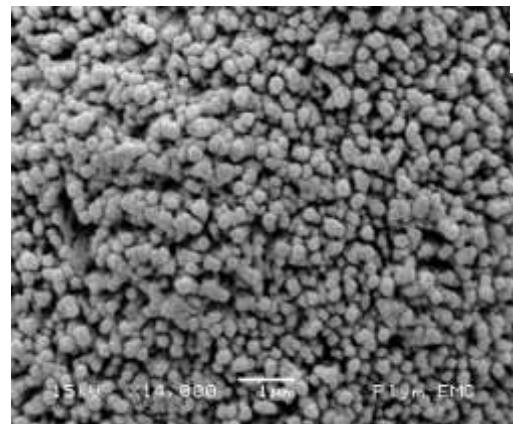
Different superscript letters indicate statistical difference by Tukey test with 0.05% significance.

Melhora a condição intestinal *Solea (Solea senegalensis)*

Controle



Mos/Mananoproteína



Mos melhora a morfologia intestinal :

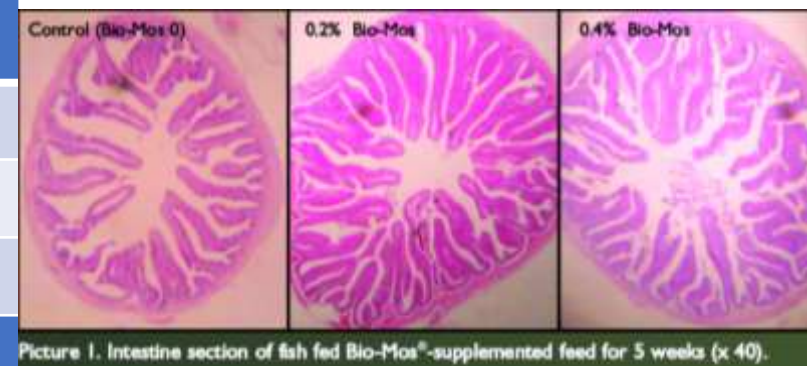
- Melhora a área de absorção intestinal (Vilosidade e microvilosidades)
- Melhor saúde intestinal (redução das lesões nas vilosidades e microvilosidades)

OS EFEITOS DE MOS NA PERFORMANCE DE BAGRE - PANGA (*PANGASIUS HYPOPHthalmus*)

LE THANH HUNG, VO THI THANH BINH, NGUYEN THI THANH TRUC
Faculty of Fisheries, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

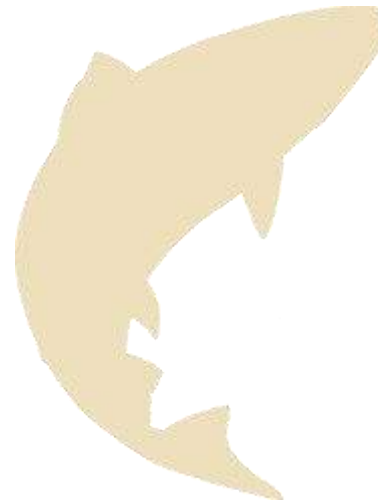
Taxa de crescimento específica (SGR), Conversão alimentar, consumo e taxas de sobrevivência por tratamento.

Tratamento	Peso inicial (g)	SGR (%)	Conversão alimentar	Consumo (g/peixe)	Viabilidade (%)
Fase 1					
Controle	12,54a	1,94a	1,64a	20,33b	97,8a
0,2% MOS	12,63a	2,34ab	1,27ab	19,94ab	99,1ab
0,4% MOS	12,80a	2,48b	1,09b	18,51b	99,4b
Fase 2					
Controle	28,26a	1,88a	1,39a	36,15a	98,5a
0,1% MOS	27,57a	2,04ab	1,30ab	36,92a	98,7a
0,2% MOS	27,45a	2,13b	1,14b	34,62a	99,5a



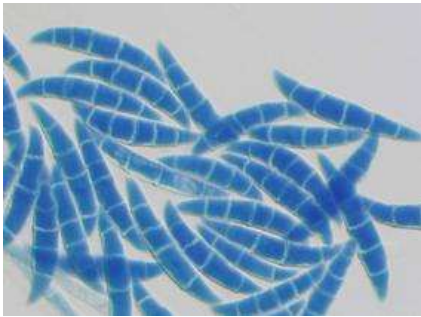
BENEFÍCIOS MANANOPROTEINAS- AQUA

- Redução resistência bacteriana
- Redução de mortalidade
- Melhora desempenho
- Aumento resposta imune



Fungos e micotoxinas

FUSARIUM



Desoxinivalenol
Zearalenona
Toxina T2
Fumonisina
Ácido Fusárico

PENICILLIUM

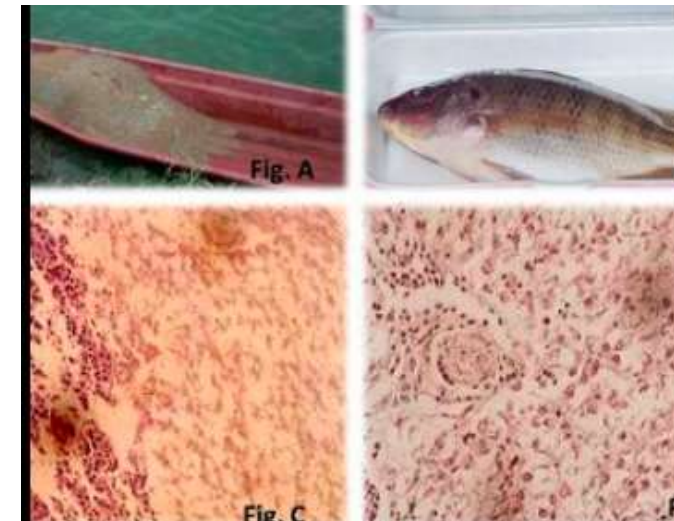


Patulina
Ácido penicílico
Ácido micofenólico

ASPERGILLUS



Aflatoxina
Ocratoxina



Micotoxinas na aquacultura

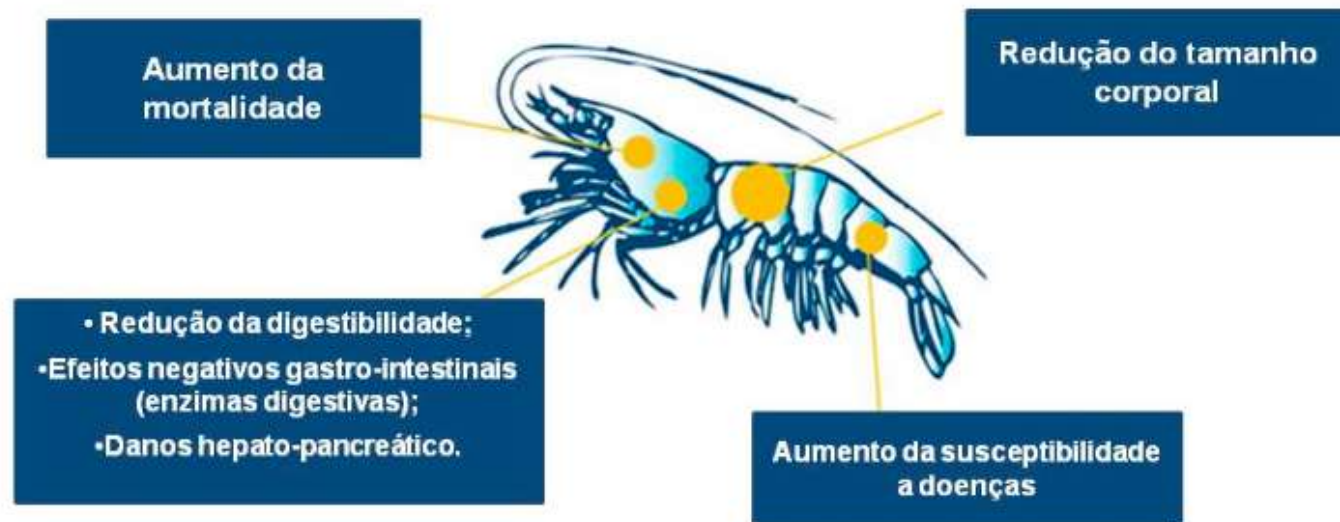


Figura 2. Efeitos das micotoxinas sobre a saúde do camarão (adaptada de BIOMIN).

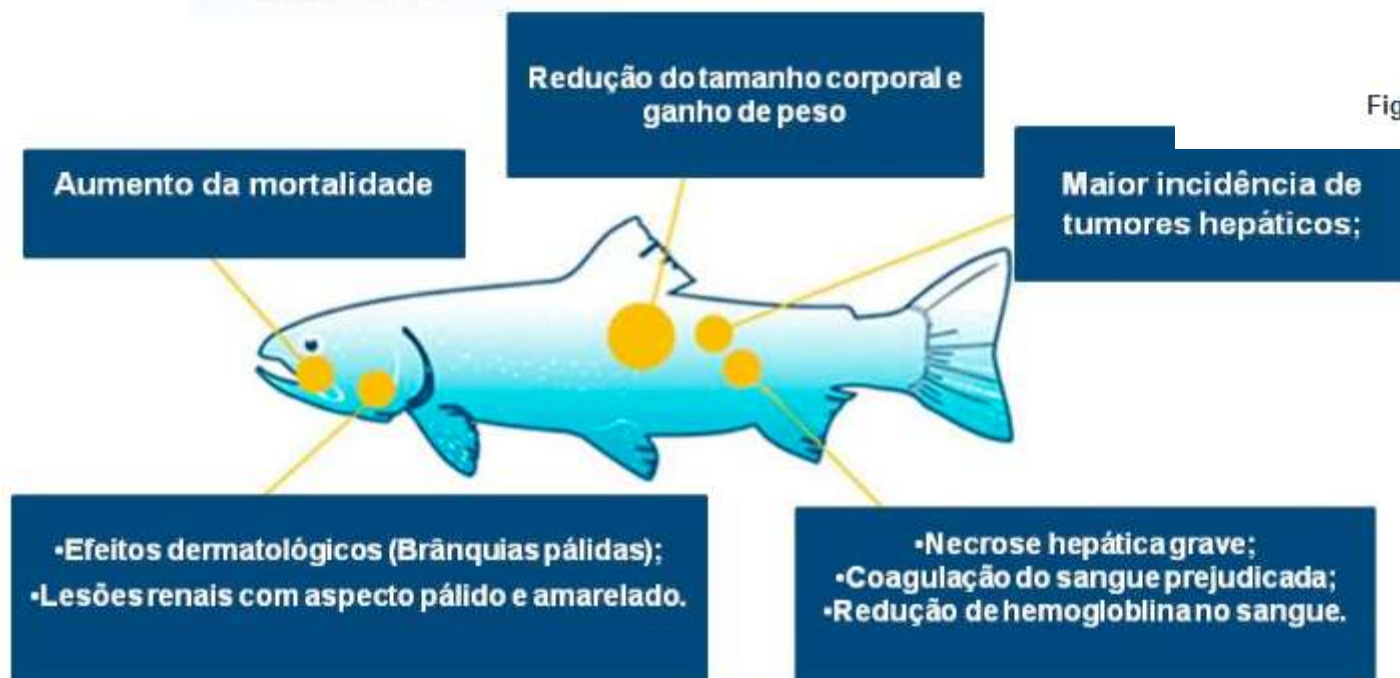
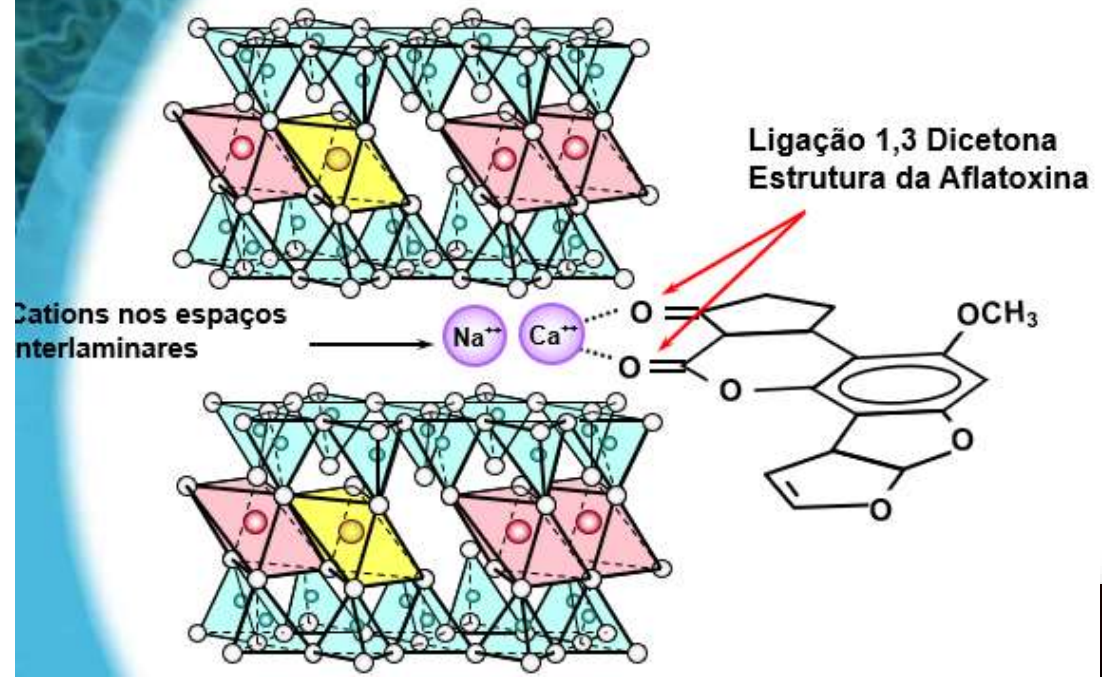


Figura 3. Efeitos das micotoxinas sobre a saúde de peixes (adaptada de BIOMIN).

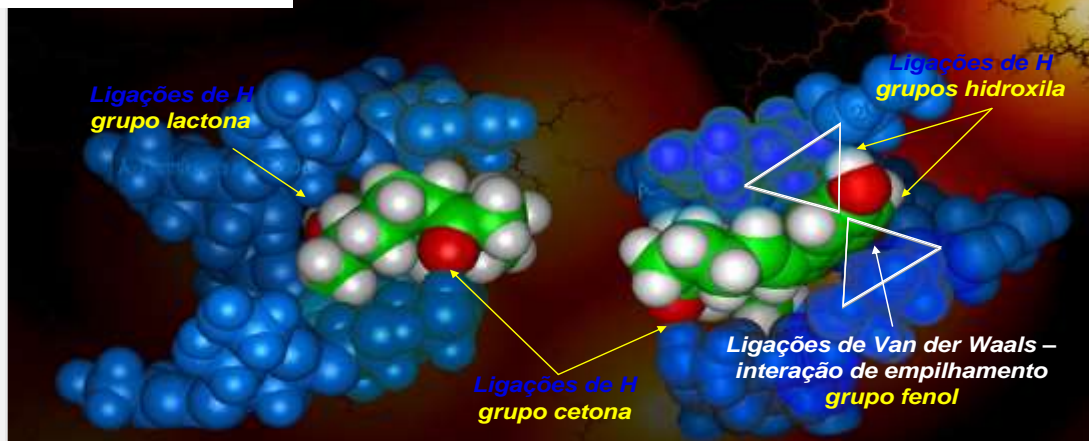
Mecanismo de Ação da Bentonita de Sódio
Adsorção da Aflatoxina



Micotoxinas e adsorventes de micotoxinas



Detalhes da interação entre ZEN e β-(1,3)-D-glucanos



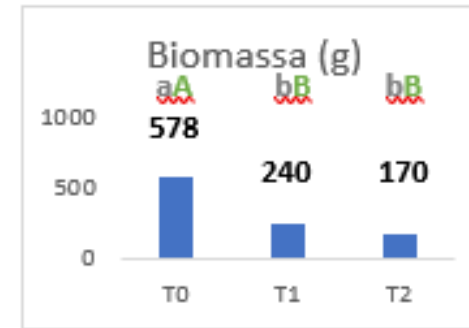
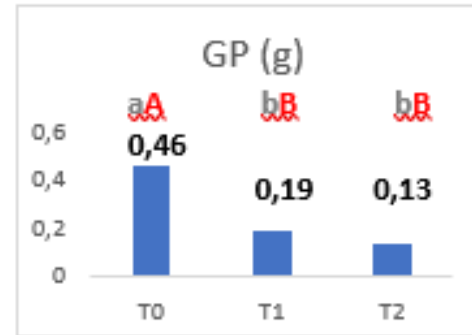
- Alta complementariedade geométrica entre ZEN e β-(1,3)-D-glucanos
- Ocorrem tanto ligações de hidrogênio como de van der Waals
- ZEN é 'aprisionada' dentro da hélice simples do β-(1,3)-D-glucano

EFEITO DAS AFLATOXINAS E DOS ADSORVENTES SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE ALEVINOS E JUVENIS DE JUNDIÁ *Rhamdia quelen*.

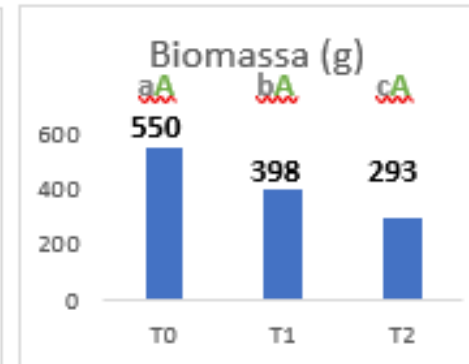
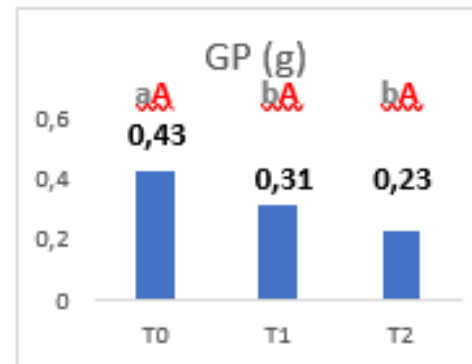
Lopes, 2008.

Quatro níveis de aflatoxina:
 (T0: 0, T1: 50, T2: 100 µgAF/Kg).
 Com e sem adsorvente

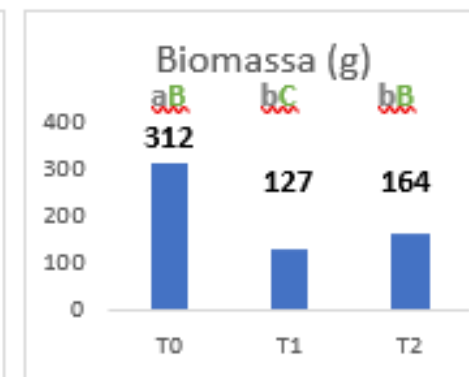
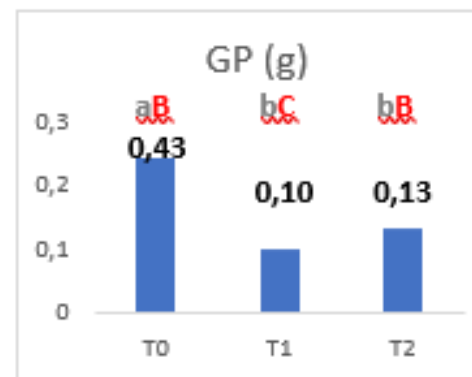
AFLATOXINA (SEM ADSORVENTE)



Aflatoxina + Glucomanano

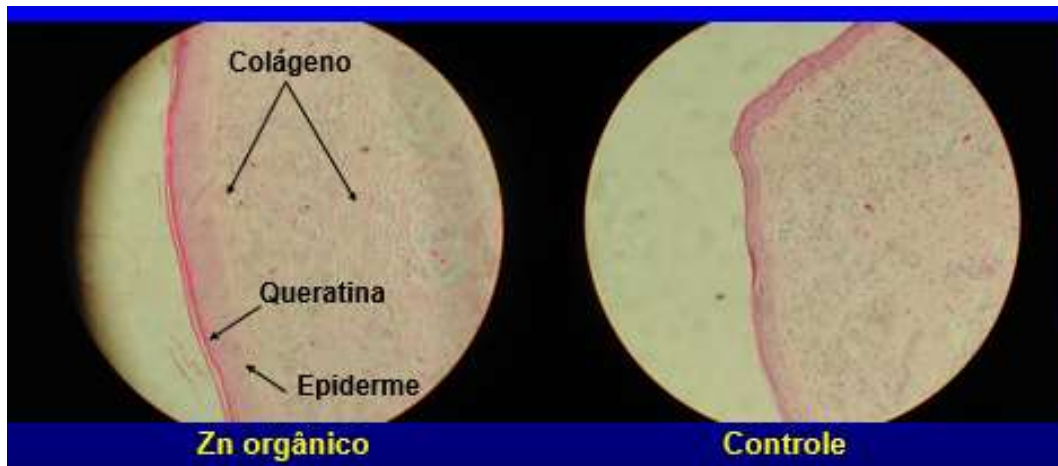


Aflatoxina + alumínio silicato



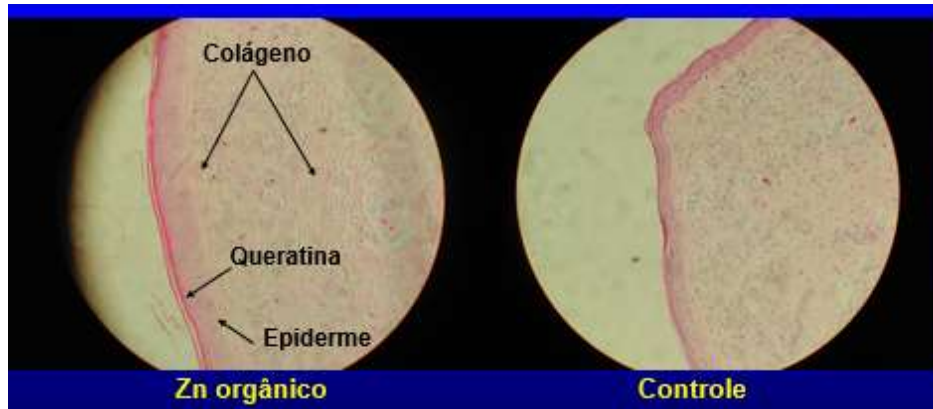
Proteinato de zinco

- ↑ resposta imune
- ↑ cicatrização
- ↑ Estrutura tegumentária



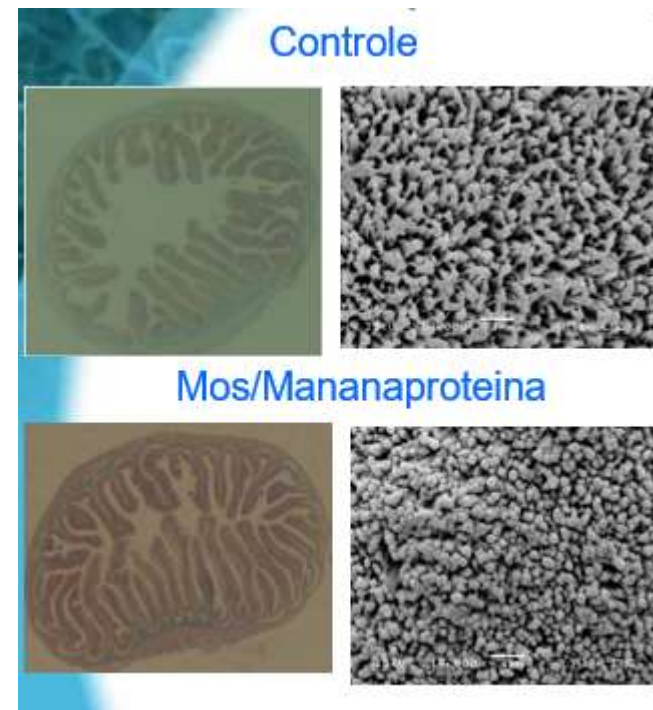
Proteinato de zinco

- ↑ resposta imune
- ↑ cicatrização
- ↑ Estrutura tegumentária



Mananoproteínas

- aderem e eliminam patógenos intestinais
- preservam a estrutura intestinal
- Nutrigenômica: ↑ carreadores intestinais
 - ↑ resposta imune
 - ↑ enzimas digestivas



Mananoproteínas

- aderem e eliminam patógenos intestinais
- preservam a estrutura intestinal
- Nutrigenômica: ↑ carreadores intestinais
 - ↑ resposta imune
 - ↑ enzimas digestivas

Proteinato de zinco

- ↑ resposta imune
- ↑ cicatrização
- ↑ Estrutura tegumentária

Butirato de sódio

- desenvolvimento enterócito
- ↑ motilidade intestinal
- ↑ resposta imune
- fonte energética
- preserva parede intestinal

Combinado: efeito sinérgico

EFEITO DO BLEND* SOBRE DESAFIO

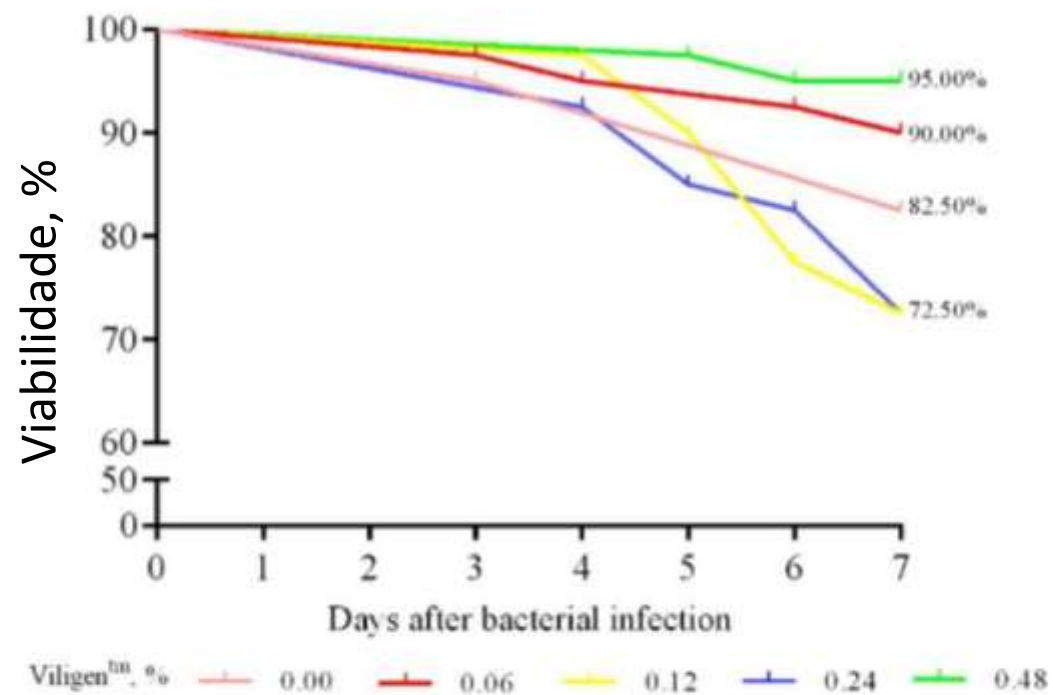
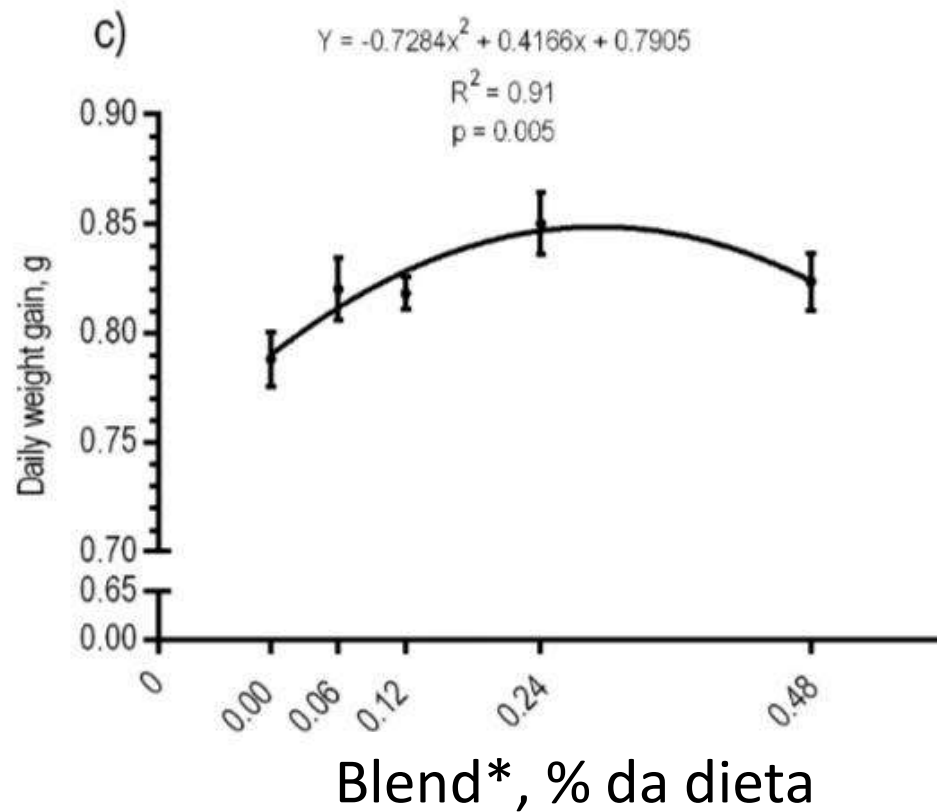


Figure 3. Cumulative survival of Nile tilapia fed different inclusion levels of VILIGEN™ during seven days after challenge with *S. agalactiae*.

*ácido orgânico, mineral orgânico + mananoproteínas

Ganho de peso diário TILÁPIAS



*ácido orgânico, mineral orgânico+ mananoproteínas

Controlar a amônia?



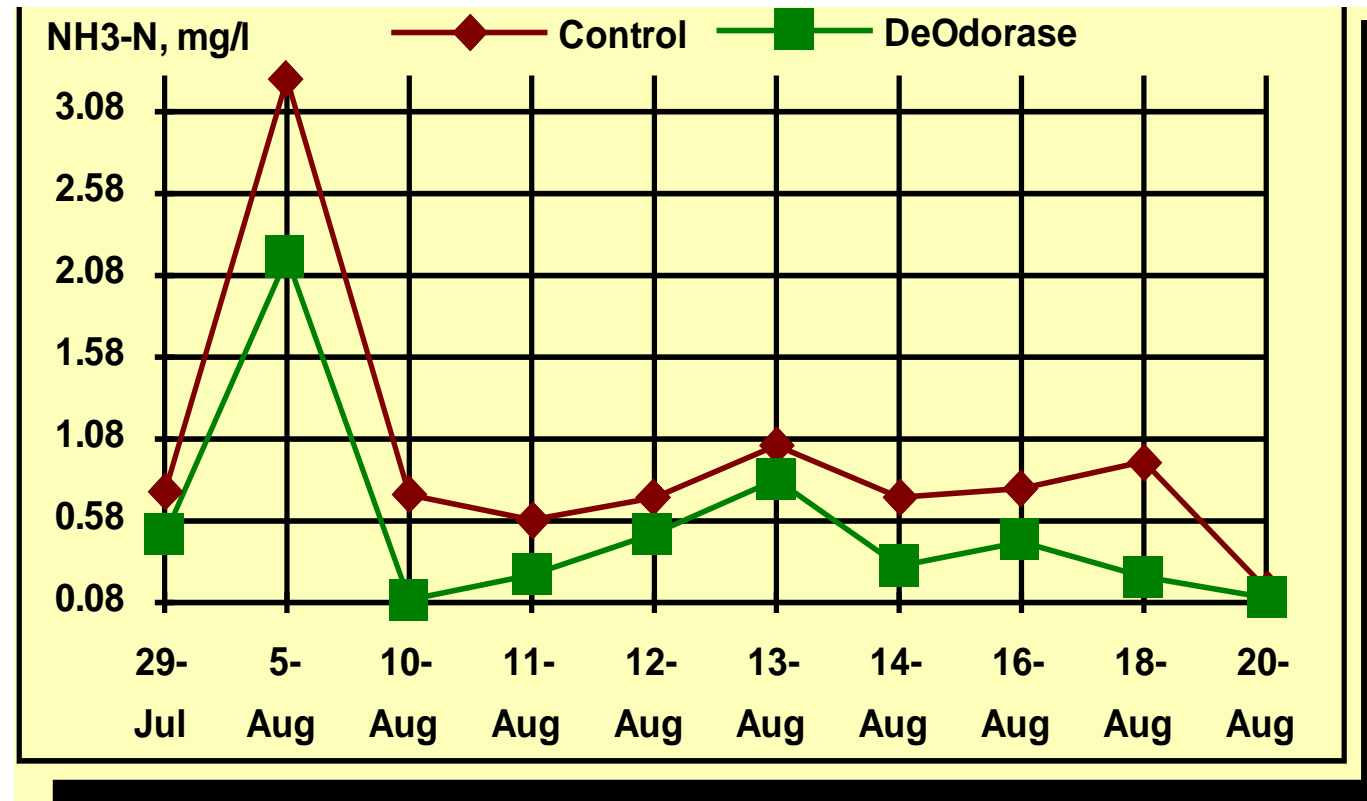
- Altera o fitoplancton e deteriora a qualidade da água.
- Provoca estresse e depressão do sistema imunológico, reduzindo o consumo e causa uma piora no crescimento.
- Amônia não ionizada e seus subprodutos nitrito são tóxicos aos peixes.
- Níveis tóxicos de amônia não ionizada (NH₃) não são incomuns, principalmente se o pH do tanque estiver acima de 8.5.

Glicocomponentes da *Yucca schidigera* se ligam a amônia, impedindo a sua volatilização ou solubilização em água

Headon (1992)

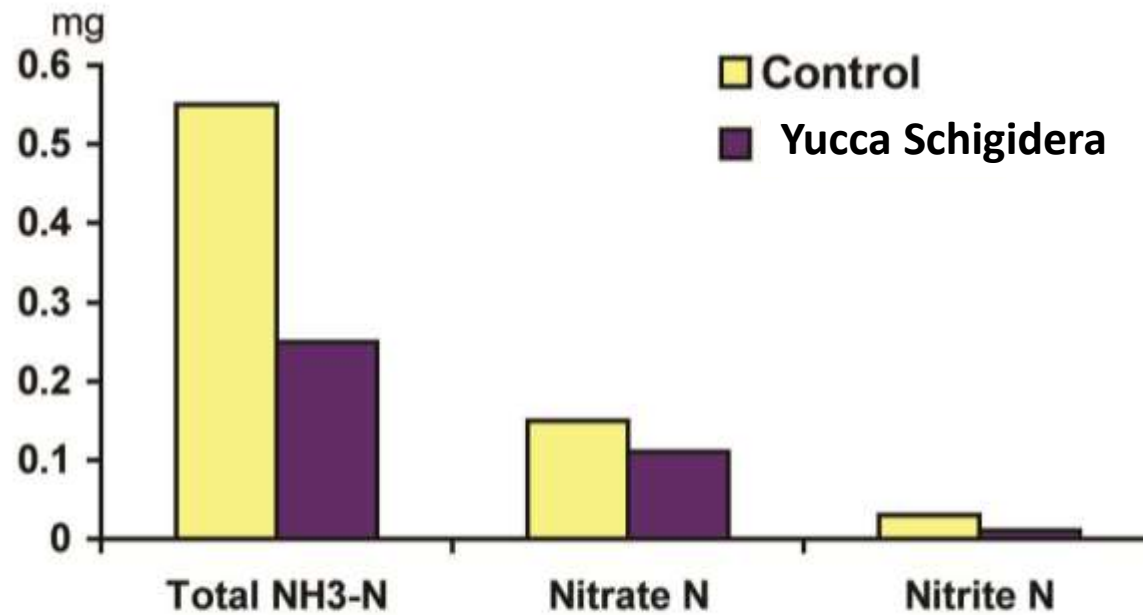
Efeito de Extrato de *Yucca schidigera* sobre a qualidade da água para catfish

Auburn University, Alabama



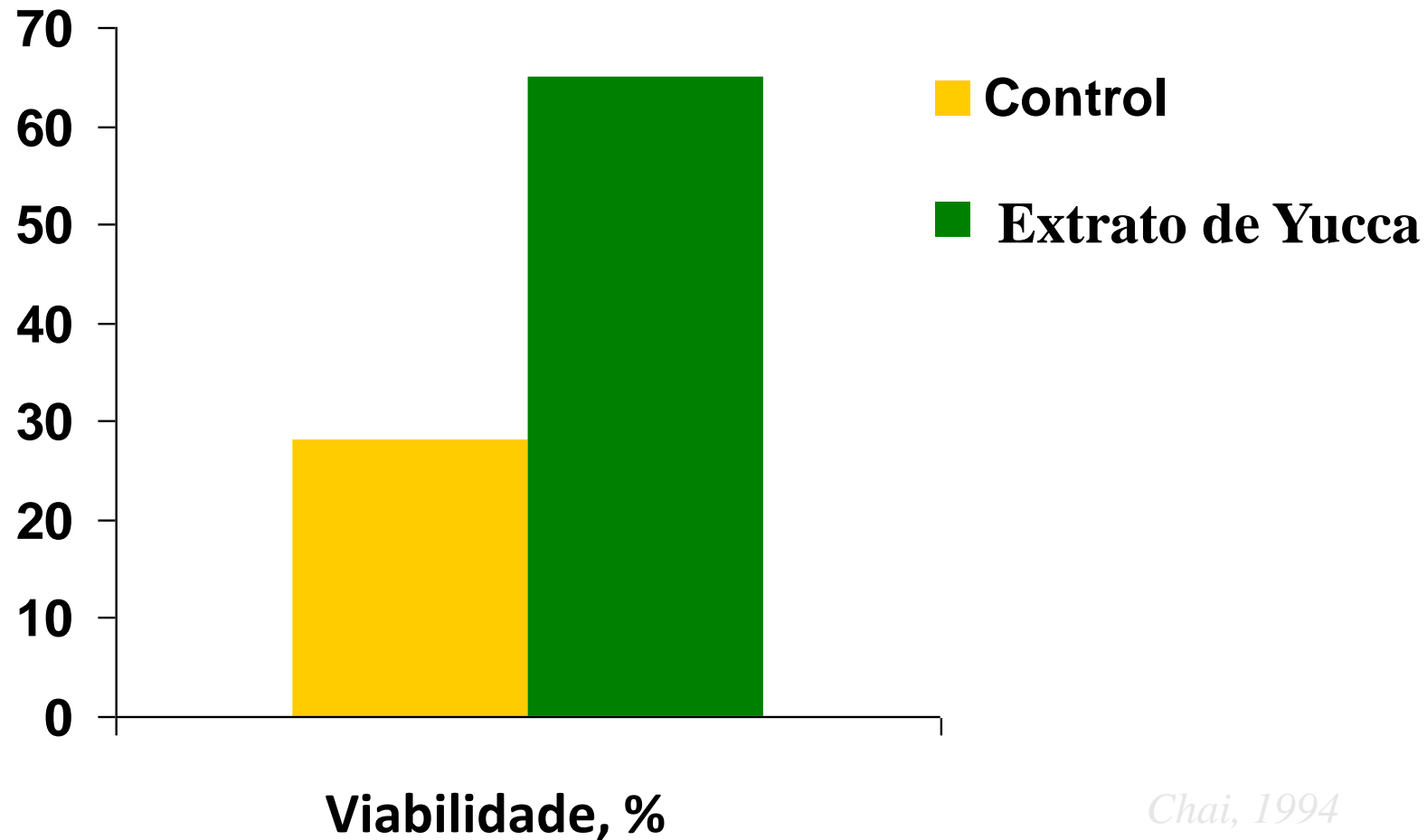
Tanques tratados com Yucca Schidigera apresentaram uma concentração de amoníaco consistentemente menor

Efeito de *Yucca Schidigera* sobre a qualidade da água



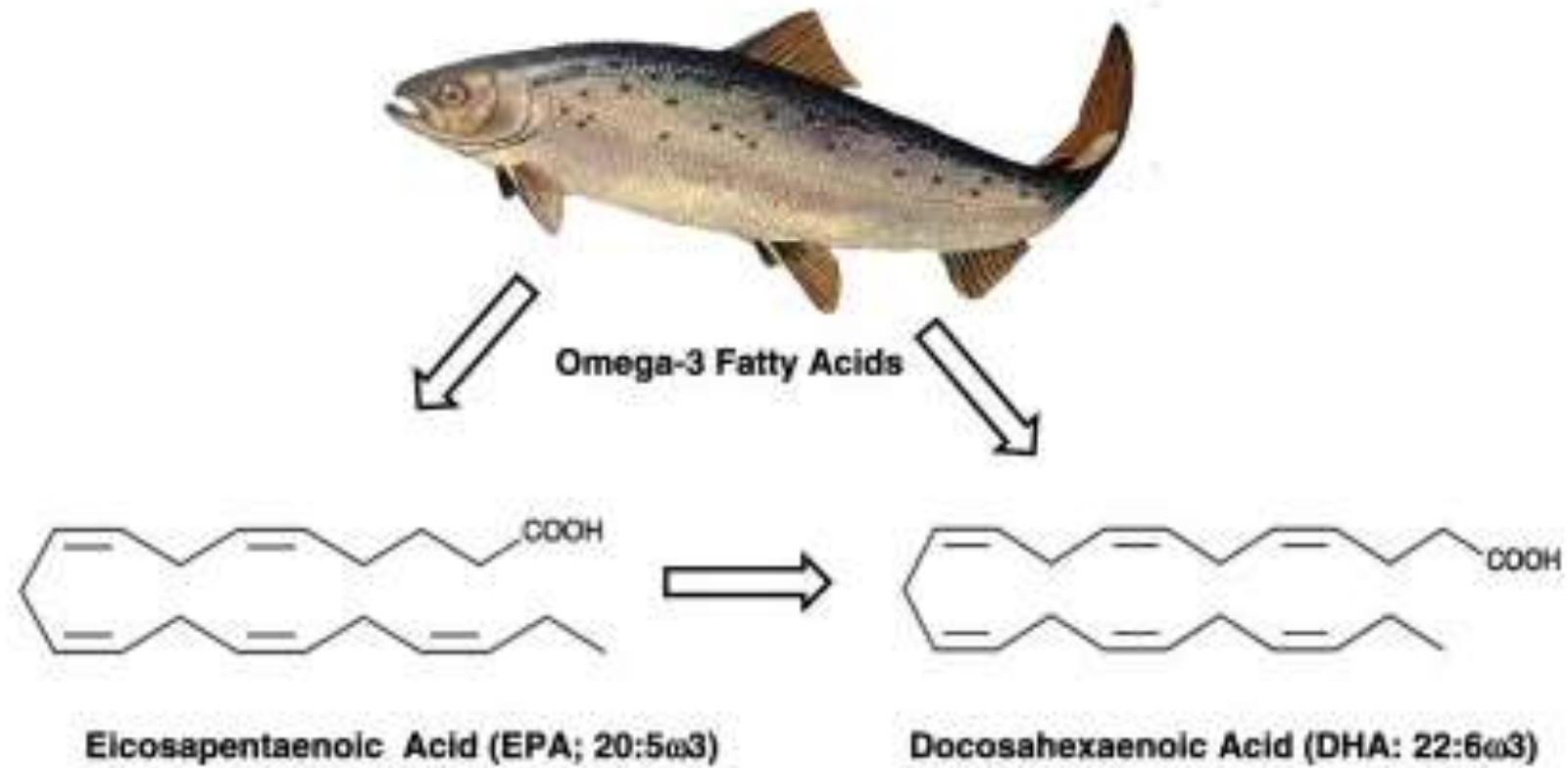
Tanner, 1994

Extrato de Yucca reduz a mortalidade de camarões

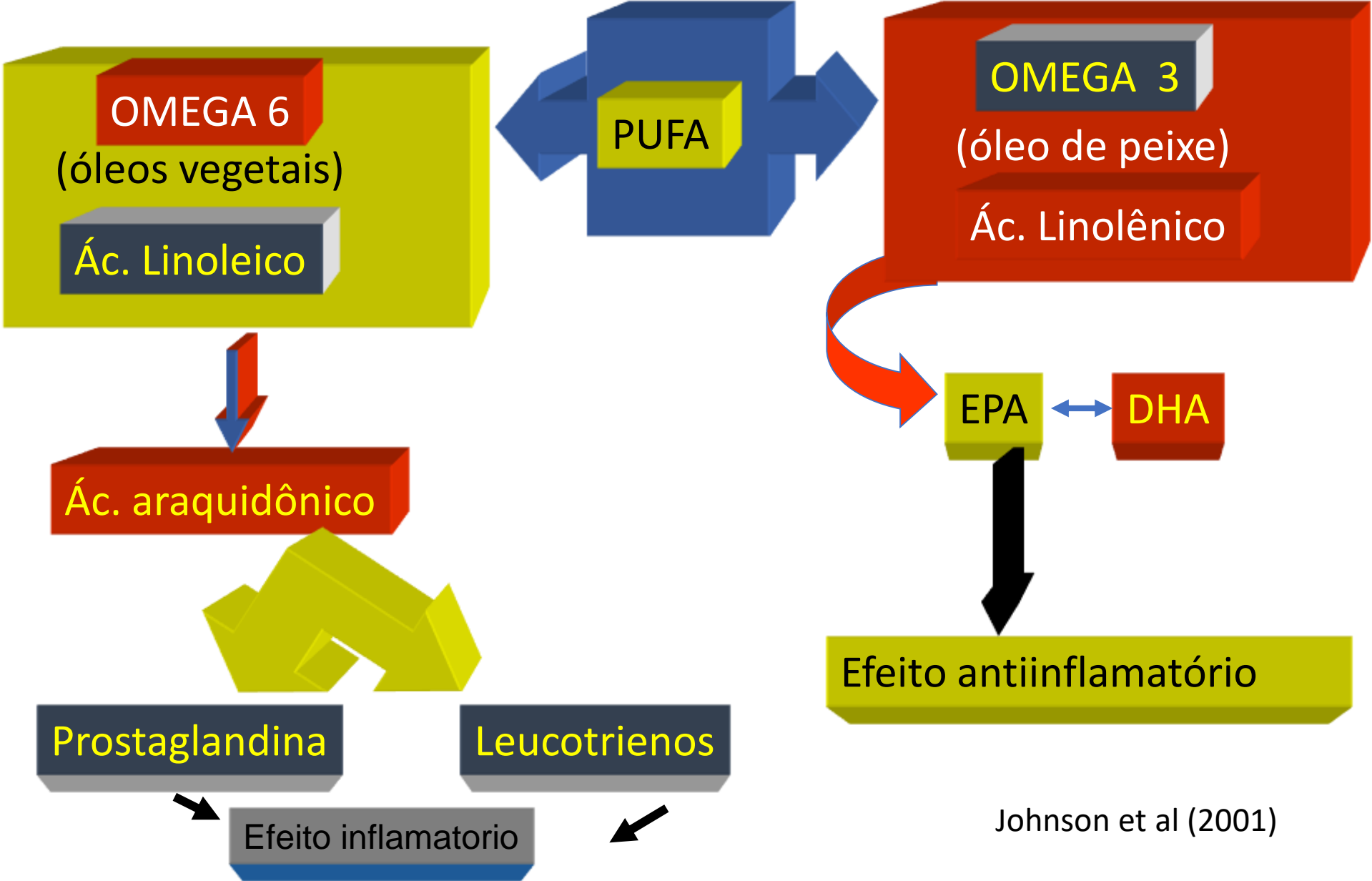


Chai, 1994

PUFAs e imunologia

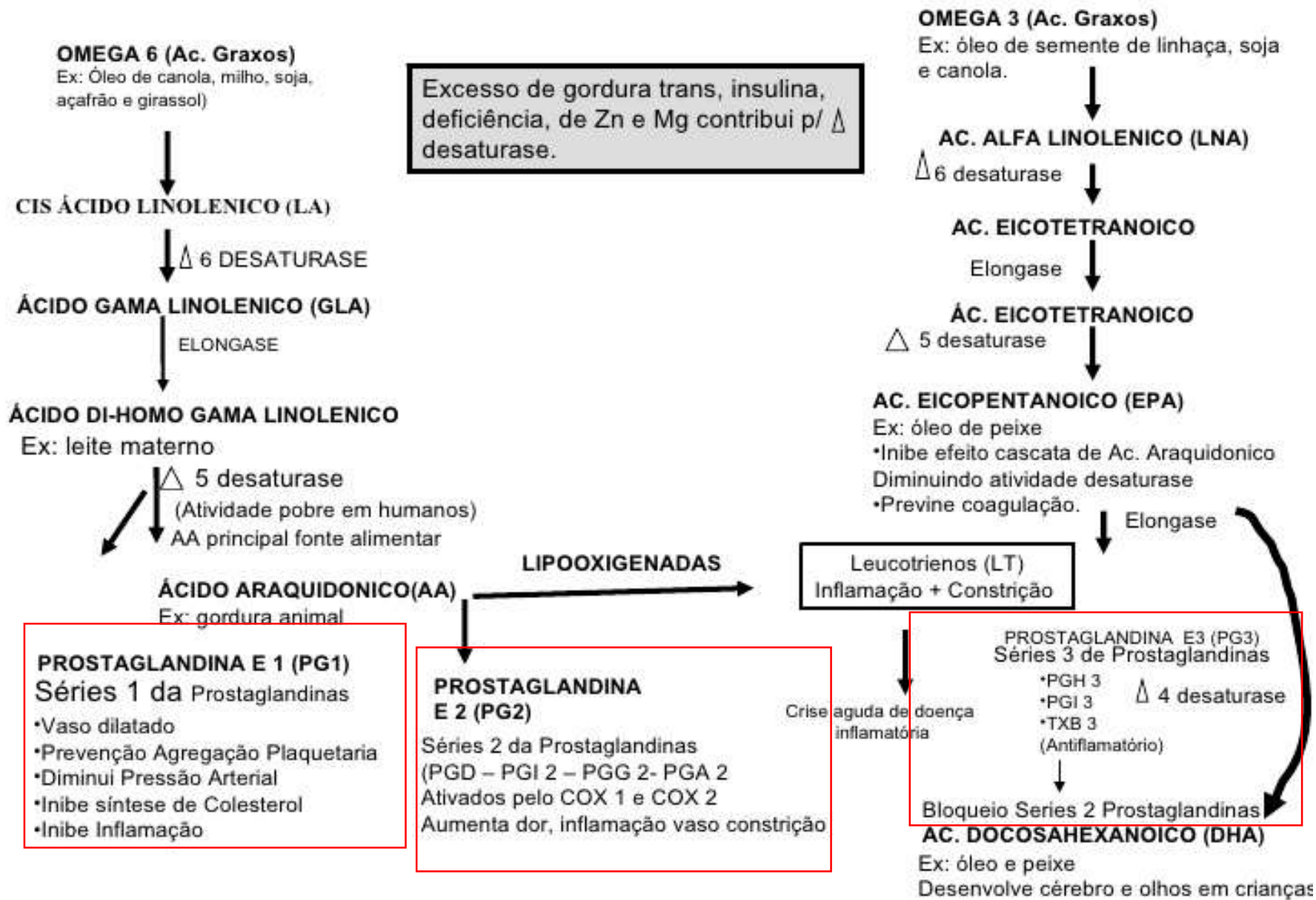


LIPÍDIOS E IMUNOLOGIA



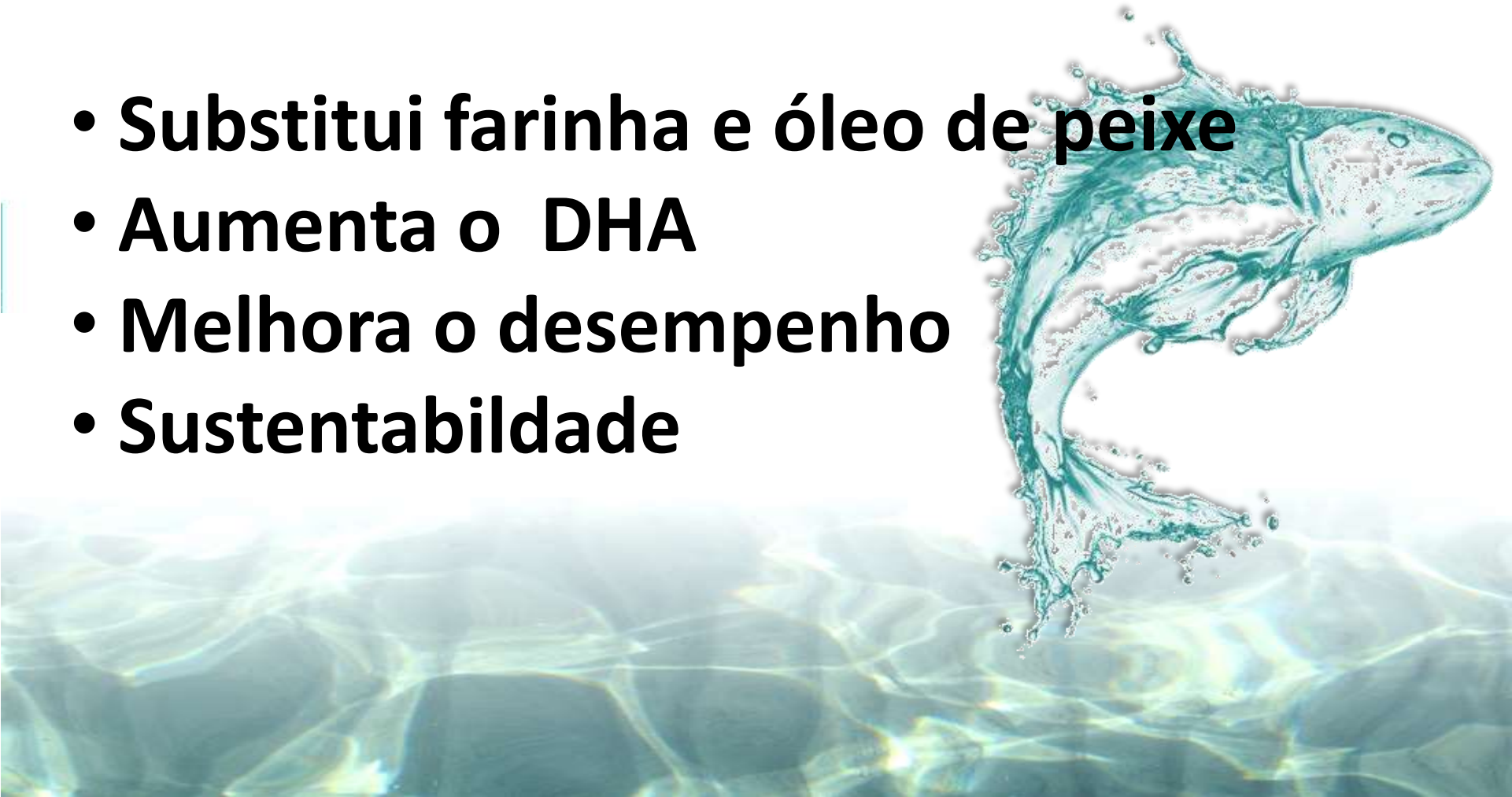
Johnson et al (2001)

CAMINHO METABOLICO DE ÁCIDOS GRAXOS E ESSENCIAIS

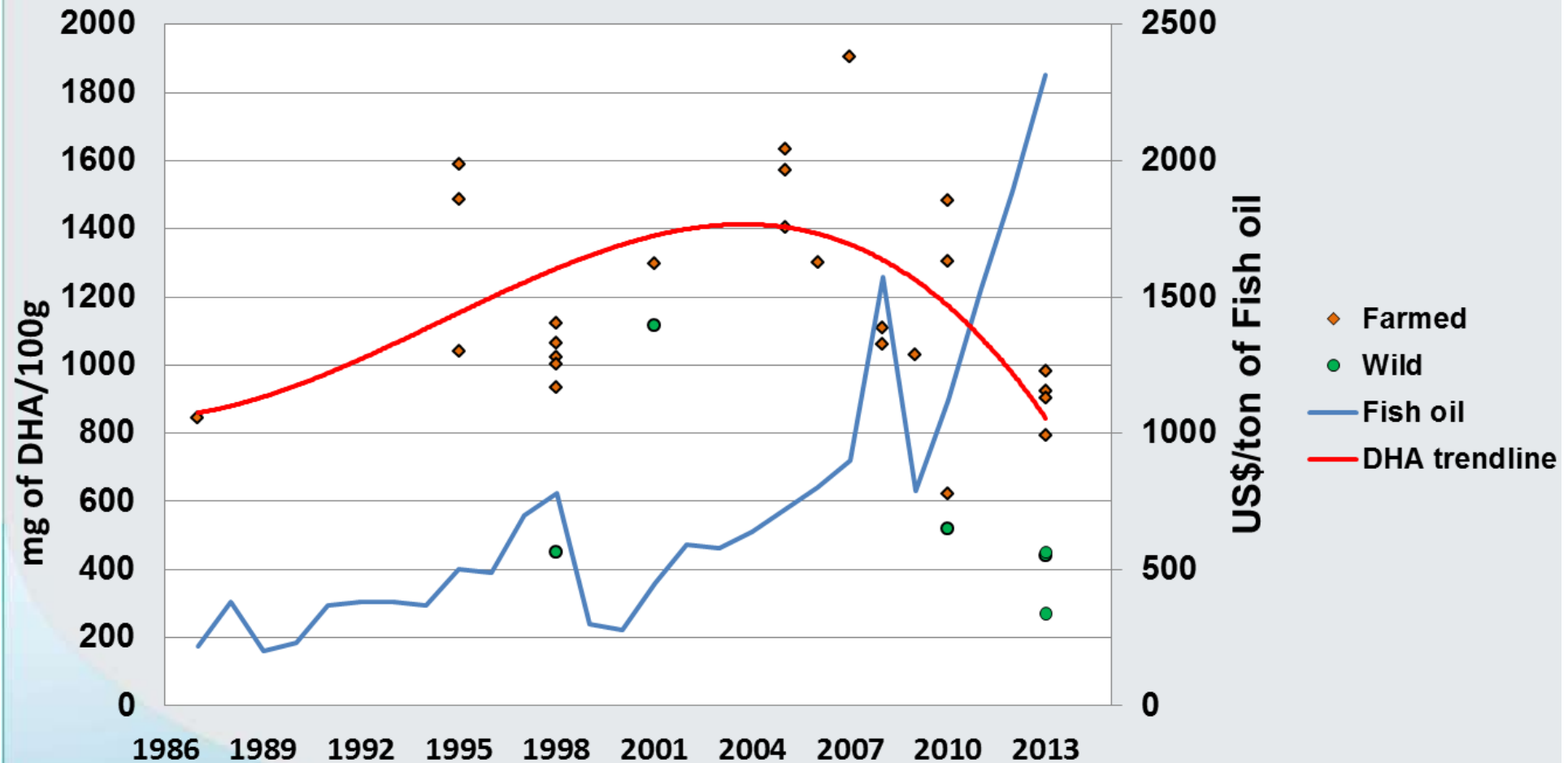


Omega 3 de algas para peixes

- **Substitui farinha e óleo de peixe**
- **Aumenta o DHA**
- **Melhora o desempenho**
- **Sustentabilidade**

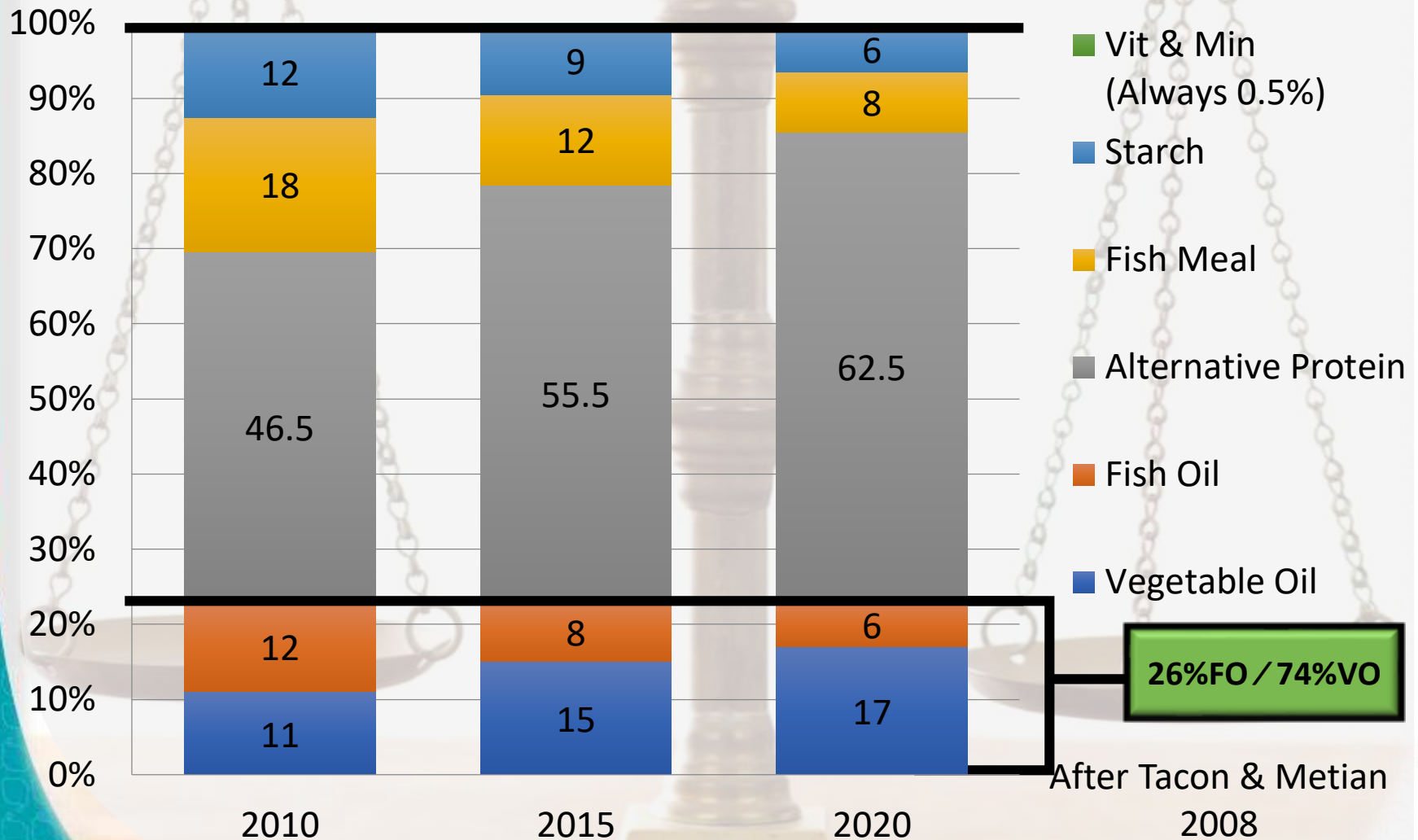


Conteúdo de DHA em salmão criado em cativeiro e o selvagem encontrado no Atlantico (mg/100g)



O teor de DHA no Salmão DHA, devido a um aumento de preço do óleo de peixe

Tendência na formulação de ração do salmão



Composição do fillet de truta

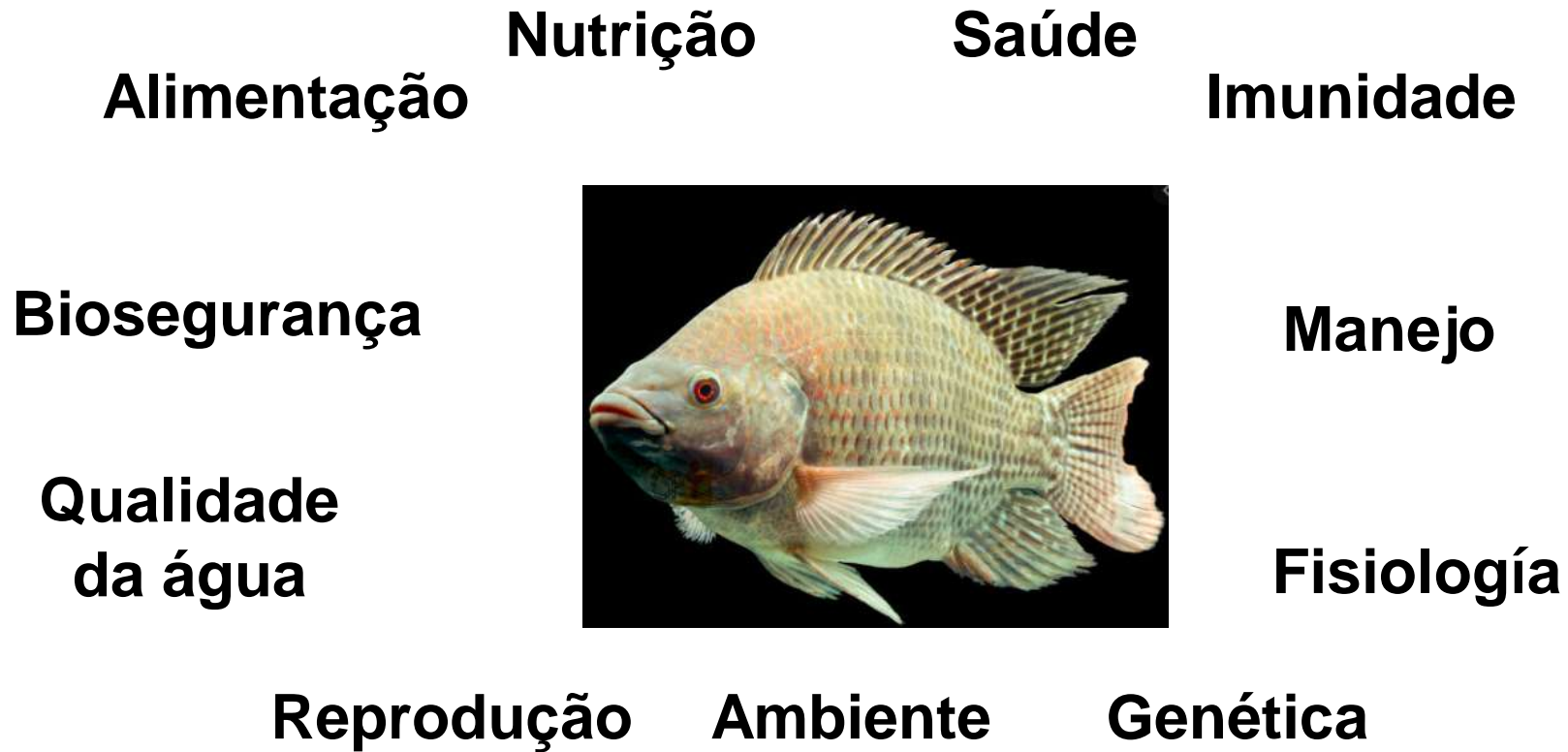
Supermarket standard	2005	2008
Minimum marine product (Fishmeal + fish oil)	50%	20%
Fishmeal (min.)	30%	-
Fish oil substitution	40%	75%
EPA + DHA (%fat)	>15%	>6%
Omega 3 (%fat)	>18%	>10%
ω -3 / ω -6 ratio	>2	>0.7

Impacto de Omega 3 DHA oriundo de algas para Tilapia

Quatro Dietas (0, 0.2, 0.4, 0.8% extrato de algas)

Tratamento	Peso (g)					DHA (mg/g)
	Sem 0	Sem 3	Sem 8	Sem 10	Sem 13	
O Alga	9.8	15.4	25.3	28.6	33.1	1.76c
0.2%	9.8	15.8	25.9	29.1	36.7	1.78c
0.4%	9.7	16.0	25.4	28.3	34.3	2.27b
0.8%	9.8	16.0	26.4	30.2	35.9	2.93a
P	0.95	0.61	0.69	0.65	0.38	0.001

Conclusões



Aditivos são parte de um contexto que auxilia na otimização da imunidade e maximização do desempenho de peixes.

Rottman et al (1992)

“Prevention of disease outbreaks is more cost-effective than treating dying fish”

Prevenir uma epidemia é mais barato do que tratar peixes enfermos

Obrigado!

