
Protein 5C™ – Alimentos Funcionais de Próxima Geração

A combinação de sistemas multitróficos integrados (IMTA) com a produção diversificada de proteínas (microbiana, vegetal, insetos e aquicultura) alinhada a uma redução tão expressiva de pegada de carbono (~60%) e hídrica (~90%) é uma abordagem de bioeconomia circular. Essa proposta permite biotransformar subprodutos em alimentos funcionais para nutrição animal sob os protocolos da plataforma IBIVA, a integração da quitina/quitosana se encaixa como uma engrenagem perfeita de alto valor. Nesse contexto, a produção gera duas fontes massivas de matrizes ricas em quitina: exúvias/carcaças de insetos (como a mosca soldado negra - *Hermetia illucens*) e exosqueletos de crustáceos.

1. Rota de Biotransformação Sustentável (Protocolo IBIVA)

Em vez de descartar ou usar métodos químicos agressivos que arruinariam sua pegada hídrica e de carbono, a biotransformação desses subprodutos pode ser feita via **co-fermentação estado sólido**:

- **Ação Microbiana:** Utilizar a própria produção de proteína microbiana (bactérias lácticas ou fungos filamentosos) para realizar a desproteinização e desmineralização natural dos resíduos de insetos e crustáceos.
- **Desacetilação Enzimática:** O uso de enzimas cuticulares ou fúngicas transforma a quitina em quitosana e quito-oligossacarídeos (COS) sem gerar efluentes tóxicos.

2. O Retorno para a Cadeia: Alimentos Funcionais e Proteção

O produto dessa biotransformação (ricos em quitosana e COS) retorna diretamente para o seu sistema multitrófico, criando um ciclo fechado de alto valor:

Para a Nutrição Animal (Peixes, Crustáceos e Insetos)

- **Imunomodulação:** A quitosana e os COS agem como imunoestimulantes naturais. Incluí-los na ração funcional dos peixes e crustáceos ativa o sistema imunológico inato dos animais, reduzindo drasticamente a mortalidade por patógenos (como a bactéria *Vibrio* em camarões).
- **Melhoria da Conversão Alimentar:** Funciona como um prebiótico na microbiota intestinal dos animais, melhorando a absorção da proteína vegetal e microbiana que vocês já produzem.

Para a Produção Vegetal (Sistemas Aquapônicos / Hidropônicos)

- **Elicitor de Defesa:** Se o sistema vegetal estiver integrado à água da aquicultura, traços de quitosana na água ativam os genes de defesa das plantas (indução de resistência sistêmica adquirida - SAR), tornando-as mais resistentes a fungos e pragas sem necessidade de defensivos químicos.

Resumo do Fluxo Circular Proposto

[Subprodutos: Insetos e Crustáceos]

▼ (Protocolo IBIVA: Fermentação Microbiana / Enzimática)

[Quitina Biotransformada → Quitosana / COS]

└─▶ [Ração Funcional] ─▶ Alta imunidade para Peixes e Camarões

└─▶ [Bioestimulante] ─▶ Proteção e crescimento da Proteína Vegetal

Esta estratégia garante que o fósforo, o nitrogênio e o carbono fiquem retidos no sistema o maior tempo possível, blindando a biossegurança da produção e cancelando os rigorosos alvos de sustentabilidade.

Finalmente, estamos implementando abordagens biotecnológicas de alto desempenho, mediante tecnologia CRISPR, para melhoramento genético de diversas espécies, visando aumento do teor de proteínas, livre de transgênicos (transgene-free), com alta aceitabilidade comercial e regulatória. Como o sistema funciona como uma "tesoura molecular", ele pode apenas silenciar ou ajustar genes que a própria espécie já possui, sem introduzir DNA de outro organismo (o que descaracteriza a transgenia).