

Protocolo experimental

Aquacultura multitrófica integrada

Enquadramento Teórico

A aquacultura animal intensiva liberta elevadas quantidades de nutrientes no ecossistema aquático, consequência do facto de que apenas 30% da alimentação fornecida é retida pelas espécies cultivadas e mais de 70% é libertada no meio ambiente, podendo conduzir à eutrofização das águas costeiras. Os sistemas de aquacultura multitrófica integrada (IMTA) utilizam espécies de diferentes níveis tróficos de forma a reduzir os desperdícios enquanto a produtividade total aumenta. IMTA é a prática que combina, nas proporções adequadas, o cultivo de espécies de peixe ou camarão com a cultura de espécies que extraem a matéria orgânica (i.e., que se alimentam das partículas orgânicas, como fezes e restos de alimento) e espécies que extraem a parte inorgânica (i.e., que utilizam os nutrientes inorgânicos dissolvidos na água). Mexilhões, ostras, amêijoas, ouriços-do-mar ou poliquetas são alguns dos organismos mais utilizados para remover a matéria orgânica particulada. Macroalgas (ex. *Ulva*, *Gracilaria*, *Saccharina*, *Laminaria*) são os organismos tipicamente usados para filtrar os nutrientes inorgânicos. Assim, quando integrados com a aquacultura de peixes ou camarão, os organismos extrativos transformam desperdícios em recursos produtivos. Deste modo, os nutrientes desperdiçados na aquacultura animal intensiva são considerados um recurso e não um encargo ou poluição. O IMTA permite criar sistemas equilibrados de sustentabilidade ambiental (biomitigação), de estabilidade económica (diversificação de produtos e redução de risco) e aceitabilidade social (melhores práticas de gestão).

Objetivos

Esta atividade permitirá aos alunos construir uma pequena instalação de aquacultura multitrófica integrada, promovendo a compreensão de aspetos essenciais da biodiversidade, dos problemas de eutrofização associados à descarga de efluentes enriquecidos em nutrientes inorgânicos, e de soluções para a exploração sustentada de recursos marinhos, com minimização do impacto no

ambiente e valorização económica através da diversificação de produtos. Este protocolo enquadra-se na Área Curricular das Ciências Naturais do 3º Ciclo do Ensino Básico e Áreas Curriculares de Biologia e Geologia (11º ano) e de Biologia (12º ano) do Ensino Secundário. Insere-se no Princípio Essencial 5 “O Oceano suporta uma imensa diversidade de vida e de ecossistemas” e no Princípio Essencial 6 “O Oceano e a humanidade estão fortemente interligados” sobre a cultura científica do Oceano fomentada pelo projeto Conhecer o Oceano¹.

¹ <http://www.cienciaviva.pt/oceano/home/>

www.ciimar.up.pt/oCIIMARnaEscola/OCEANLAB.php

Material abrangido por licença Creative Commons



Material

- 4 Aquários de 5L
- Bomba de ar
- Bomba de água
- Exemplares de peixe de água salgada
- Exemplares de espécies que extraem a matéria orgânica (ex. Mexilhões, ostras, amêijoas, ouriços-do-mar, poliquetas, etc.)
- Exemplares de espécies que extraem a parte inorgânica (Macroalgas (ex. *Ulva*, *Gracilaria*, *Saccharina*, *Laminaria*))
- Tubos
- Torneiras
- Água Salgada
- Sonda Multiparamétrica para medição de temperatura e oxigênio dissolvido
- Kits de medição de parâmetros químicos (pH, íão amónia (NH_4^+), íão nitrato (NO_3^-) e íão fosfato (PO_4^{3-}))

Procedimento

A. Montagem do sistema de aquacultura multitrófica integrada (IMTA)

1. Comece por montar o sistema de aquacultura multitrófica integrada, colocando os 3 aquários que irão conter os animais e as algas, com um ligeiro desnível entre cada aquário. Assim, o primeiro aquário deve ficar mais elevado que o segundo aquário e o segundo aquário deve ficar mais elevado que o terceiro aquário, de modo a permitir que a água circule entre os aquários somente com o auxílio da gravidade.
2. Colocar o quarto aquário ao mesmo nível que o terceiro e ligar os dois através de um tubo. Este aquário irá servir como aquário de armazenamento da água do sistema.
3. Colocar uma bomba de água no aquário de armazenamento e fazer a ligação da bomba de água ao primeiro aquário, de modo a permitir a recirculação da água. Colocar uma torneira na mangueira que faz a ligação de maneira a ajustar o fluxo de água que circula no sistema.
4. Encher os aquários com água salgada e ligar a bomba de água para iniciar a circulação de água.

5. Utilizando a bomba de ar, iniciar o arejamento nos primeiro, segundo e terceiro aquários.
6. Colocar os peixes no primeiro aquário, perfazendo uma densidade de biomassa de 10 kg/m³.
7. Colocar os exemplares de espécies que extraem a matéria orgânica no segundo aquário, perfazendo uma densidade de biomassa de 25 kg/m³.
8. Colocar os exemplares de macroalgas no terceiro aquário, perfazendo uma densidade de biomassa de 10 kg/m³.

B. Medição dos parâmetros físico-químicos e biológicos no sistema IMTA

1. Desligar a bomba de água de modo a parar o fluxo de água entre os diferentes aquários.
2. Com o auxílio da sonda multiparamétrica, medir os valores de temperatura e oxigénio dissolvido no início (1º aquário - onde se encontram os peixes) e no final do sistema (3º aquário - onde se encontram as algas) IMTA.
3. Considera a 1ª medição como o tempo zero. Repetir as medições de 30 em 30 minutos. Registrar os valores obtidos.
4. Com o auxílio dos diversos Kits de medição de parâmetros de químicos, e seguindo as instruções dos diferentes Kits, medir os valores de pH, ião amónia (NH₄⁺), ião nitrato (NO₃⁻) e ião fosfato (PO₄³⁻) no início (1º aquário - onde se encontram os peixes) e no final do sistema (3º aquário - onde se encontram as algas) IMTA.
5. Considera a 1ª medição como o tempo zero. Repetir as medições de 30 em 30 minutos. Registrar os valores obtidos.

Para melhor compreender o funcionamento e montagem do sistema de aquacultura multitrófica integrada (IMTA) pode assistir ao vídeo deste protocolo, que se encontra disponível do site do OceanLab, no seguinte endereço:

<http://www.ciimar.up.pt/oCIIMARnaEscola/images/Seachange.mp4>

- Indica qual a espécie que utilizaste no teu sistema de aquacultura multitrófica integrada para extrair a matéria orgânica e qual a espécie que utilizaste para extrair a matéria inorgânica.

- Regista na tabela os valores de temperatura, oxigénio dissolvido, pH, ião amónia (NH_4^+), ião nitrato (NO_3^-) e ião fosfato (PO_4^{3-}) que mediste ao longo do tempo, registando o respetivo tempo em minutos. Elabora a legenda da tabela.

Tabela 1:

Tempo (minutos)	Temperatura		Oxigénio dissolvido		pH		Ião amónia (NH_4^+)		Ião nitrato (NO_3^-)		Ião fosfato (PO_4^{3-})	
	1° Aquário	3° Aquário	1° Aquário	3° Aquário	1° Aquário	3° Aquário	1° Aquário	3° Aquário	1° Aquário	3° Aquário	1° Aquário	3° Aquário

5. Representa através de gráficos, nos sistemas de eixos apresentados, a variação da temperatura, do oxigénio dissolvido, do pH, ião amónia (NH_4^+), ião nitrato (NO_3^-) e ião fosfato (PO_4^{3-}) ao longo do tempo e para o início e final do IMTA. Legendas os eixos do X e do Y e a figuras que elaboraste.

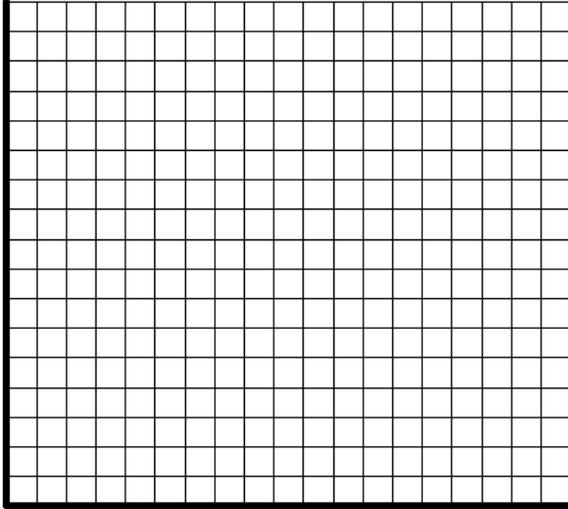


Figura 1.

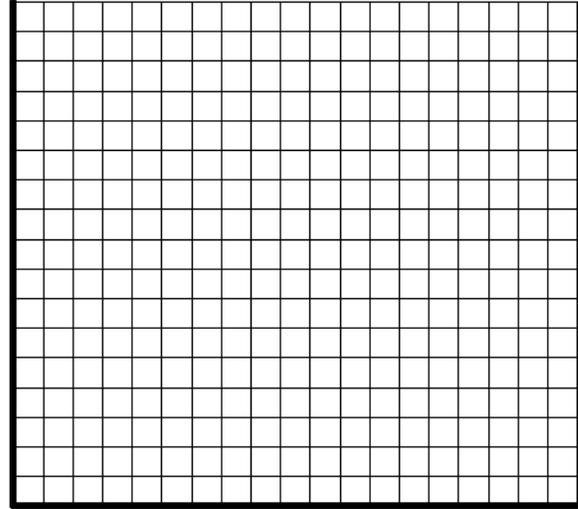


Figura 2.

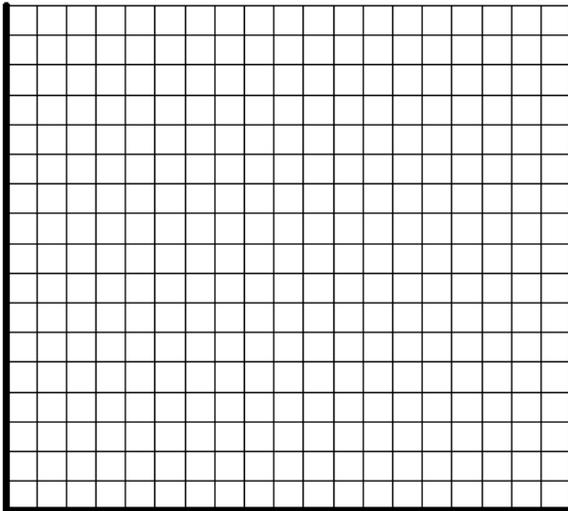


Figura 3.

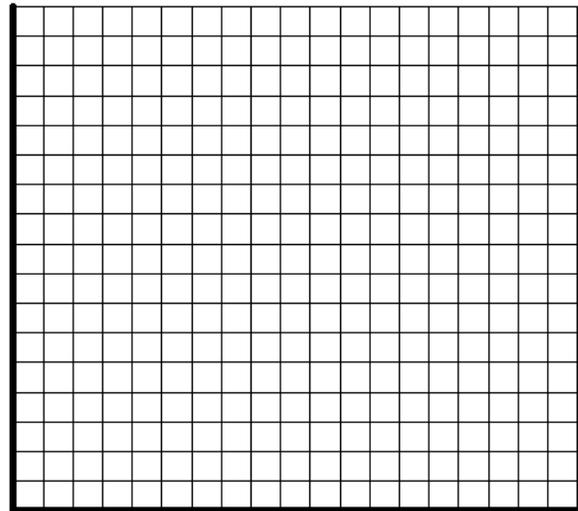


Figura 4.

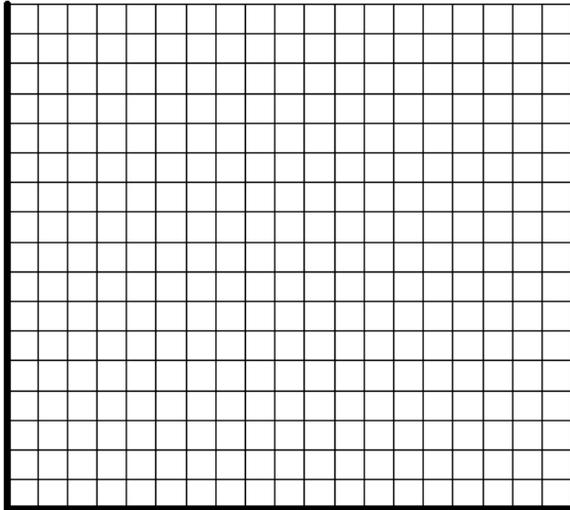


Figura 5.

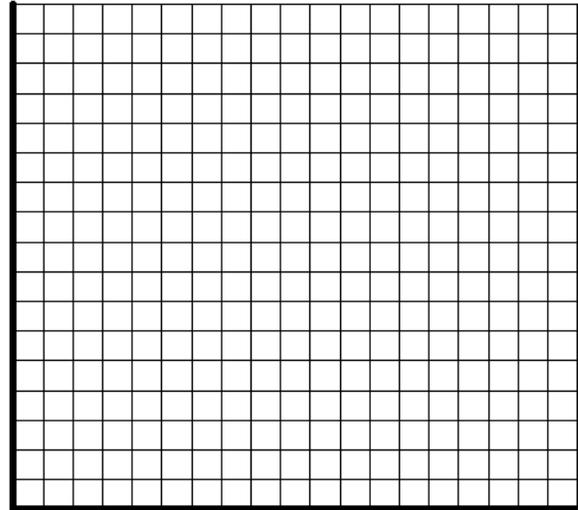


Figura 6.

6. Justifica os resultados que obtiveste em relação à variação da concentração de nutrientes (ião amónia (NH_4^+), ião nitrato (NO_3^-) e ião fosfato (PO_4^{3-})) ao longo do tempo e no início e final do sistema IMTA.

7. Indica as vantagens do IMTA em relação à aquacultura convencional.