



Universidade dos Açores

Departamento de Oceanografia e Pescas

**Otimização das condições de cultivo de *Ulva lactuca* (Chlorophyta,  
Chlorophyceae) para alimentação de *Haliotis tuberculata***

Por:

*Flávio Alexandre António Rodrigues*

**Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Estudos Integrados dos  
Oceanos**

**Horta 2015**

**Dissertação de Mestrado**

**Otimização das condições de cultivo de *Ulva lactuca* (Chlorophyta,  
Chlorophyceae) para alimentação de *Haliotis tuberculata***

por

***Flávio Alexandre António Rodrigues***

**Orientador:** Doutor Eduardo José Louçã Florêncio Isidro

**Coorientador:** Professor Doutor Rui Orlando Pimenta Santos



**Dissertação apresentada no Departamento de Oceanografia e Pescas da  
Universidade dos Açores, para a obtenção do grau de  
Mestre em Estudos Integrados dos Oceanos**

Horta 2015

Esta Dissertação de Mestrado foi escrita de acordo com o novo Acordo Ortográfico.

**Como citar este trabalho:**

Rodrigues, F. A. A. 2015. Otimização das condições de cultivo de *Ulva lactuca* (Chlorophyta, Chlorophyceae) para alimentação de *Haliotis tuberculata*. Dissertação apresentada no Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores para a obtenção do grau de Mestre em Estudos Integrados dos Oceanos. Horta.

*I really don't know why it is that all of us are so committed to the sea, except I think it is because in addition to the fact that the sea changes and the light changes, and ships change, it is because we all came from the sea. And it is an interesting biological fact that all of us have, in our veins the exact same percentage of salt in our blood that exists in the ocean, and, therefore, we have salt in our blood, in our sweat, in our tears. We are tied to the ocean. And when we go back to the sea, whether it is to sail or to watch it, we are going back from whence we came.*

John F. Kennedy (Remarks at the Dinner for the America's Cup Crews, September 14 1962).

## Agradecimentos

Agradeço ao Doutor Eduardo Isidro pela sua orientação no planeamento dos testes executados, disponibilidade, conselhos e pelas suas melhorias na dissertação.

Ao Professor Doutor Rui Santos pelo seu estímulo intelectual e críticas construtivas durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Doutor Leonardo Mata pelas informações a nível de cultivo de *Ulva* em laboratório.

À equipa AquaLab:

Ao Doutor Mirko De Girolamo pela sua valiosa ajuda na análise estatística.

Ao Dr. João Rodeia pelo auxílio na colheita de algas e manutenção dos sistemas de cultivo.

À Dra. Carla Nunes, pela ajuda na colheita de algas e na colocação de escalas em fotografias a microscópio.

Ao Dr. Márcio Martins pela elaboração do mapa de localização geográfica e auxílio na remoção de epífitos das algas coletadas.

Um agradecimento ao Departamento de Oceanografia e Pescas, que deu todo o suporte para a realização da minha formação académica.

Ao Governo Regional, que através da Secretaria Regional dos Recursos Naturais financiou o AquaLab permitindo a realização dos testes experimentais necessários.

Aos verdadeiros amigos e namorada, que em alturas mais stressantes estiveram ao meu lado para me apoiar com o seu carinho e folia.

Um agradecimento muito especial à minha família, nomeadamente aos meus pais, que apesar das dificuldades enfrentadas, permitiram-me vir para os Açores e envergar nesta jornada de ser biólogo marinho.

Saliento ainda que esta tese foi realizada em memória do meu Pai. Que embora longe, ainda está muito presente na minha vida.

## Lista de conteúdos

Agradecimentos .....	i
Lista de conteúdos .....	ii
Lista de ilustrações.....	ii
Lista de tabelas .....	iii
Resumo .....	iv
Abstract .....	v
1 – Introdução.....	1
1.1 – Alimentação de <i>Haliotis tuberculata</i> .....	1
1.2 – Biologia da <i>Ulva lactuca</i> .....	2
1.3 – Cultivo de <i>Ulva lactuca</i> .....	4
1.4 – Objetivos.....	5
2 – Material E Métodos.....	5
2.1 – Condições laboratoriais para o cultivo de algas.....	5
2.2 – Desenho experimental .....	7
2.3 – Recolha de <i>Ulva lactuca</i> .....	8
2.4 – Procedimento laboratorial.....	9
2.5 – Análise de dados .....	11
3 – Resultados.....	12
3.1 – Testes de temperatura.....	12
3.2 – Teste de salinidade .....	13
3.3 – Consumo de azoto de nitratos (NO <sub>3</sub> -N).....	15
3.4 – Taxa de crescimento.....	17
3.5 – Produção máxima de algas em laboratório e alimentação de juvenis de lapa burra .....	17
4 – Discussão .....	18
5 – Bibliografia .....	21

## Lista de ilustrações

Figura 1- <i>Haliotis tuberculata</i> .....	1
Figura 2- <i>Ulva lactuca</i> (alga verde).....	2
Figura 3 - Estrutura celular de <i>U. lactuca</i> . Ampliação 100x. ....	2
Figura 4- Ciclo de vida de <i>U. lactuca</i> (Hoek et al.. 1995). ....	4
Figura 5a e 5b- Luzes utilizadas à retaguarda (a) e frente (b) dos testes de cultivo.....	6
Figura 6- Mangas plásticas.....	7
Figura 7a e 7b- Sensor de condutividade (a) e espectrofotómetro (b). ....	8
Figura 8 - Zona de colheita de <i>Ulva lactuca</i> (mapa elaborado pelo Dr. Márcio Martins). ....	9
Figura 9a e 9b- Caixa de limpeza de algas (a) e remoção de epífitos em lupa (b).....	9
Figura 10- Tanque de stock. ....	10
Figura 11a e 11b- Método de secagem (a) e pesagem (b). ....	10
Figura 12a e 12b- Sistemas de refrigeração utilizados: chiller (a) e termostatos (b). ....	11
Figura 13- Mangas plásticas para o crescimento de <i>U. lactuca</i> . ....	11
Figura 14- Evolução da biomassa média ao longo do tempo de acordo com a temperatura 15C e 19C (barras verticais denotam +/- 1,96 do erro padrão).....	12

Figura 15 - Evolução da biomassa média ao longo do tempo de acordo com as salinidades 25‰ e 35‰ (barras verticais denotam +/- 1,96 do erro padrão).....	14
Figura 16- Consumo médio ao longo do tempo de azoto de nitratos (NO <sub>3</sub> -N) em diferentes testes (barras verticais denotam +/- 1,96 do erro padrão).....	15
Figura 17a, 17b e 17c- Correlação de Pearson entre o consumo de NO <sub>3</sub> -N e o aumento de peso nos testes 19C a 35‰, 15C a 35‰ e 19C a 25‰, respetivamente. ....	16
Figura 18- Taxa de crescimento médio de <i>Ulva lactuca</i> (barras verticais denotam +/- 1,96 do erro padrão). ....	17

## Lista de tabelas

Tabela 1- Análise de Levene para as temperaturas 15C e 19C.....	13
Tabela 2- Análise de variância (ANOVA, teste F), para medidas repetidas entre sujeitos. ....	13
Tabela 3- Análise de Levene para a salinidade 25‰ e 35‰ ao longo do tempo. ....	14
Tabela 4- Análise de variância (ANOVA, teste F) para medidas repetidas entre sujeitos .....	14

## Resumo

O crescimento em peso de *Ulva lactuca* foi estudado tendo em consideração diferentes temperaturas e salinidades do meio de cultivo. Neste contexto foi testado o efeito da temperatura a 15C e a 19C, mantendo-se a salinidade a 35‰, e o efeito da salinidade a 25‰ com uma temperatura fixa de 19C.

Foi observado um crescimento variável em todas as experiências com decaimento no momento da densidade máxima suportada pelo sistema de cultivo na ordem dos 179g/25l. Também foi registada uma forte correlação entre o consumo de azoto dos nitratos e o aumento de peso. Foram observadas taxas médias de crescimento em peso na ordem dos 1,8% (a 19C e 35‰), 1,7% (a 15C e 35‰), e 2,1% (a 19C e 25‰) por dia.

Neste estudo, o efeito combinado entre a salinidade a 25‰ e a temperatura a 19C promoveu o maior crescimento de biomassa em laboratório. Os abalones juvenis utilizados em laboratório no ano de 2014 necessitavam de uma quantidade máxima de algas de 0,144g por dia. Com uma produção média diária de 42g de algas por dia em mangas de 25l seria possível manter um cultivo de abalone juvenil até um máximo de 291 juvenis com peso máximo de 0,48g/indivíduo. Utilizando mangas de 80l para uma maior produção de algas seria possível aumentar o número de indivíduos juvenis no cultivo para 931.

Palavras-chave- *Ulva lactuca*, *Haliotis tuberculata*, abalone, juvenil, crescimento, cultivo, Nitrato, salinidade, temperatura.

## Abstract

The growth in weight of *Ulva lactuca*, was studied considering different temperatures and salinities. In this context it was tested the effect of temperature at 15C and at 19C for a fixed salinity of 35‰, and the effect of salinity of 25‰ with a fixed temperature of 19C.

A varying growth in all experiments with decay at the maximum density supported by cropping system was observed around 179g/25l. A strong correlation between the consumption of nitrate nitrogen and weight gain, was also recorded. Average growth rates were observed around 1.8% (19C 35‰), 1.7% (15C 35‰) and 2.1% (19C 25‰) per day.

In this study, the combined effect of salinity at 25‰ and the temperature at 19C promoted the highest increase of biomass in the laboratory. Juvenile abalones used in the laboratory in 2014 required a maximum of algae 0,144g per day. With an average daily production of 42g of algae per day in 25l sleeves would be possible to maintain a juvenile abalone farming up to 291 juveniles with maximum weight of 0.48g/individual. Using sleeves of 80l for greater production of algae would be possible to increase the number of juvenile in farming for 931.

Key words: *Ulva lactuca*, *Haliotis tuberculata*, Abalone, Juvenile, growth, cropping system, nitrate, salinity, temperature.

# 1 – Introdução

## 1.1 – Alimentação de *Haliotis tuberculata*

Há diversas espécies de abalone (*Haliotis* spp.), encontradas em diversas partes do mundo, que se estão a tornar importantes para a diversificação da produção em aquacultura, devido ao seu alto preço de mercado e à sobreexploração dos *stocks* selvagens. Na Europa, a indústria de Abalones é focada na produção de *Haliotis tuberculata* Linnaeus (1758) (Viera *et al.* 2011), espécie esta que é conhecida nos Açores com o nome de Lapa burra. A cultura comercial de Abalones é frequentemente limitada pela necessidade de adquirir uma quantidade suficiente de algas adequadas à sua dieta alimentar. No entanto, grandes quantidades de clorofíceas, como as do género *Ulva*, podem ser produzidas em aquacultura servindo de biofiltros associadas a cultivos intensivos de peixes (Neori *et al.* 1996). Estudos relacionados com alimentação de *Haliotis tuberculata* (Neori *et al.* 1998, Shpigel *et al.* 1999) demonstram que a *Ulva* enriquecida com nutrientes promove de modo eficiente boas taxas de crescimento para a espécie. Este crescimento está relacionado com a quantidade elevada de proteínas e aminoácidos existentes nas algas enriquecidas, sugerindo que o azoto pode ser um fator limitante no crescimento de *Haliotis* spp. (Shpingel *et al.* 1996, Shpingel *et al.* 1999). Hahn (1989) relata que estes organismos comem entre 10 a 30% do seu peso corporal de algas por cada dia, o que significa que é necessária uma grande quantidade de alimento para o desenvolvimento uma exploração comercial.



Figura 1- *Haliotis tuberculata*.