



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA**

**INFLUÊNCIA DA ALIMENTAÇÃO SOBRE A REPRODUÇÃO E O
DESENVOLVIMENTO DO COPÉPODE CALANOIDA *Acartia tonsa*
DANA 1849, EM CULTIVO INTENSIVO.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Aqüicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Ronzani Cerqueira

SÔNIA MARCIA KAMINSKI

Florianópolis – SC

2004

KAMINSKI, Sônia Márcia

Influência da alimentação sobre a reprodução e o desenvolvimento do copépode Calanoida *Acartia tonsa* Dana 1849, em cultivo intensivo./Sônia Márcia Kaminski: UFSC, 2004. 55 pp.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós – Graduação em Aqüicultura, Florianópolis, 2004.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Ronzani Cerqueira (UFSC)

Co-orientador: Prof. Dr. José Guilherme Bersano Filho (FURG)

- | | | |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 1. <i>Acartia tonsa</i> | 2. <i>Isochrysis</i> (T-Iso) | 3. <i>Thalassiosira fluviatilis</i> |
| 4. Cultivo intensivo | 5. Crescimento | 6. Produção de ovos |

Influência da alimentação sobre a reprodução e o desenvolvimento do copépode Calanoida *Acartia tonsa* Dana 1849, em cultivo intensivo.

Por

SÔNIA MÁRCIA KAMINSKI

Essa dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQÜICULTURA

E aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura.

Prfa. Dra. Débora Machado Fracassoli
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Vinícius Ronzani Cerqueira – *Orientador*

Prof. Dr. José Guilherme F. Bersano – *Co-orientador*

Prof. Dr. Luis Vinatea Arana

À vida que pulsa, nas mais diversas facetas desta linda natureza...

AGRADECIMENTOS

A querida professora Mónica Montú, (*in memorian*) que despertou em mim o amor pela pesquisa e o interesse em trabalhar com organismos zooplanctônicos.

Ao professor Vinícius Ronzani Cerqueira, meu orientador, pela oportunidade de realizar este trabalho e pela orientação dedicada durante a execução do mesmo.

Ao meu co-orientador, José Guilherme Bersano Filho, pela ajuda oferecida em todas as fases do trabalho, e ao incentivo fundamental à sua realização.

Aos professores membros da minha banca examinadora, pelas críticas e sugestões para melhorar este trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A todo pessoal do LAPMAR, Profª. Monica, Camila, Jaque, Sayão, Israel, Vaíco, Javier, Tiago, Bê, Felipe e demais estudantes e estagiários que de alguma forma colaboraram com a realização deste trabalho.

Aos professores, funcionários e colegas do curso de Pós-Graduação em Aqüicultura, com os quais bons e produtivos momentos foram compartilhados.

Ao pessoal responsável pelo cultivo de Algas dos Laboratórios de Ostras e de Camarões, em especial a Adriana, pelo fornecimento das cepas de microalgas utilizadas.

Ao pessoal do Laboratório de Zooplâncton da FURG, Bersano, Waldemar, Charles, Lúcia, Tati e Bia, pela calorosa recepção e ajuda em todos os momentos que precisei.

Aos meus pais, irmãos e a toda minha família e amigos que sempre me deram apoio em meus estudos, com carinho de inestimável valor.

À minha filha Ândria que me acompanhou em muitas empreitadas sempre com otimismo, e ao meu marido Christian, que torna todos momentos mais tranquilos com a certeza do seu amor.

A minha irmã Ana, mãe Dóris e Neli, que me ajudaram nos momentos mais difíceis cuidando da minha filha para que eu pudesse me dedicar mais ao trabalho. E a todas as outras pessoas que também me ajudaram nesse sentido...

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
OBJETIVOS.....	6
CORPO DO ARTIGO CIENTÍFICO.....	7
Resumo.....	7
1. Introdução.....	8
2. Metodologia.....	9
3. Resultados.....	14
4. Discussão.....	23
5. Conclusões.....	26
6. Referências bibliográficas.....	26
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
ANEXOS.....	31
BIBLIOGRAFIA DA INTRODUÇÃO GERAL.....	52

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

FIGURAS

1. **A.** Percentual de sobrevivência final (média e desvio padrão) de copépodes em cada tratamento. **B.** Densidade final (média e desvio padrão) de copépodes L^{-1} no último dia do experimento de crescimento (ISO: *Isochrysis* (T-Iso); TH: *Thalassiosira fluviatilis*). Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas ($p < 0,05$)..... 15

2. Variação da densidade (média e desvio padrão) das fases de desenvolvimento de *Acartia tonsa* alimentada com diferentes dietas: **A:** *Isochrysis* (T-Iso); **B:** Misto; **C:** Alimento inerte; **D:** *Thalassiosira fluviatilis*. Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas ($p < 0,05$)..... 16

3. Percentual das diferentes fases de desenvolvimento durante o cultivo de *Acartia tonsa*.
A. Dieta com *Isochrysis* (T-Iso); **B.** Dieta Mista .T°C = 25 -27 °C..... 17

4. Regressão Linear entre medidas de crescimento e idade em dias de cultivo para o copépode *Acartia tonsa*. **A.** Largura e **B.** Comprimento. Dieta com *Isochrysis* (T-Iso)..... 18

5. Regressão Linear entre medidas de crescimento e idade em dias de cultivo para o copépode *Acartia tonsa*. **A.** Largura e **B.** Comprimento. Dieta Mista (*Isochrysis*(T-Iso) + *T. fluviatilis*)..... 19

6. Largura e Comprimento (média e desvio padrão) dos náuplios de *Acartia tonsa* em cultivo alimentados com o Alimento inerte..... 20

7. Largura e Comprimento (média e desvio padrão) dos náuplios de *Acartia tonsa* em cultivo alimentados com *Thalassiosira fluviatilis*..... 20

8. Média e desvio padrão da Produção de ovos e náuplios por fêmea⁻¹ dia⁻¹ para os quatro tratamentos (TH: *Thalassiosira fluviatilis*; ISO: *Isochrysis* (T-Iso)). Letras diferentes denotam diferenças significativas ($p < 0,05$)..... 22

9. Média e desvio padrão da Produção de ovos e náuplios por fêmea⁻¹ dia⁻¹ para o Alimento inerte Controle (sem alimentação). Letras diferentes denotam diferenças significativas ($p < 0,05$)..... 22

TABELA

Tabela 1. Intervalos de tamanhos médios em função da fase de desenvolvimento de *Acartia tonsa*, alimentados com *Isochrysis* (T-Iso). Medidas de comprimento total para os náuplios e medidas do prossoma para copepoditos, machos e fêmeas..... 21

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AA	Ácido araquidônico
° C	Graus Celsius
mg C L ⁻¹	Miligramas de Carbono por litro
DHA	Ácido docosahexaenóico
EPA	Ácido eicosapentaenóico
fêmea ⁻¹ dia ⁻¹	Produção por fêmea por dia (24h)
FURG	Fundação Universidade Federal do Rio Grande
h	Horas
HUFA	Ácidos graxos essenciais polinsaturados
ind L ⁻¹	Indivíduos por Litro
ISO	<i>Isochrysis</i> (T-ISO)
L	Litro
LAPMAR	Laboratório de Piscicultura Marinha
MISTO	dieta com <i>Isochrysis</i> (T-Iso) e <i>Thalassiosira fluviatillis</i>
mg L ⁻¹	Miligramas por Litro
O ₂ diss	Oxigênio dissolvido
TH	<i>Thalassiosira fluviatilis</i> .
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
µm	Micrômetros
±	Mais ou menos
‰	Partes por mil

RESUMO

Influência da alimentação sobre a reprodução e o desenvolvimento do copépode Calanoida *Acartia tonsa* Dana 1849, em cultivo intensivo.

Este estudo foi conduzido para determinar a influência de diferentes dietas sobre o desenvolvimento e a produção de ovos do copépode Calanoida *Acartia tonsa* cultivado em sistema intensivo. Náuplios eclodidos num período de no máximo 24 h, foram coletados de um cultivo intensivo de 500 L e estocados em frascos de 2,5 L em uma densidade de 800 ind. L⁻¹. A temperatura foi mantida estável entre 25-27 ° C, a concentração de Oxigênio em 6,3 mg L⁻¹ ± 0,2 e a salinidade 34-35‰. Foram testadas 4 dietas, sendo três compostas por microalgas, monocultura de *Isochrysis* (T-Iso), monocultura de *Thalassiosira fluviatilis*, misto com *Isochrysis* (T-Iso) + *T. fluviatilis*, e uma por um alimento inerte. A microalga de menor tamanho, *Isochrysis* (T-Iso), possibilitou melhor resultado na sobrevivência e crescimento dos náuplios. A microalga maior, *T. fluviatilis* foi mais adequada para a produção de ovos. O tratamento Misto não apresentou diferenças significativas em comparação com as monoculturas das microalgas usadas que apresentaram os melhores resultado, tanto no crescimento como na produção de ovos. Copépodes alimentados com o alimento inerte apresentaram produção de ovos e crescimento similares a copépodes deixados em inanição (controle). Os resultados demonstraram que a microalga *Isochrysis* (T-Iso) deve ser oferecida nos estágios iniciais (náuplios e copepoditos). Para adultos, a dieta deve ser substituída por *T. fluviatilis* a fim de maximizar a reprodução. Outros estudos serão ainda necessários para possibilitar a utilização de um alimento inerte com eficiência.

ABSTRACT

Evaluation of growth and egg production of the calanoid copepod *Acartia tonsa* Dana, 1849, under different diets in intensive cultivation.

This study was conducted in order to determine the influence of different diets on the development and egg production of the calanoid copepod *Acartia tonsa* cultivated in intensive culture. Nauplii hatched within a period of twenty-four hours, were collected from a 500 L intensive culture tank and transferred to 2,5 L containers in a density of 800 individuals L⁻¹. The temperature and salinity were controlled and kept between 25-27° C and 34-35‰ respectively. The aeration was gentled providing an oxygen concentration of 6,3 mg L⁻¹ ± 0,2. Four diets were tested: *Isochrysis* (T-Iso), *Thalassiosira fluviatilis*, *Isochrysis* (T-Iso) + *T. fluviatilis* (50/50 %) and an inert food. The smallest microalgae, *Isochrysis* (T-iso), provided the the best results in terms of survival and initial growth, whereas the largest microalgae, *Thalassiosira fluviatilis* was more efficacious to improve egg production. The mixture treatment did not present significant differences in comparison with the microalgae used, both in the growth and egg production rates. Copepods fed with inert food presented similar growth and eggs production to those copepods left in starvation. The results of this study demonstrates that *Isochrysis* (T-iso) should be offered to *Acartia tonsa* throughout the initial development stages (nauplii and copepodid). For adults, *Thalassiosira fluviatilis* should be offered in order to maximize reproduction. In the near future, more studies will be necessary to test the possibility of using other inert diets, besides Algamac 2000.

INTRODUÇÃO GERAL

Histórico

A Aqüicultura é uma atividade em fase de expansão que possui alto potencial de desenvolvimento visto a importância econômica e social que vem assumindo através da produção de alimentos e geração de empregos. Além disso, quando gerenciada de forma sustentável, pode contribuir para a proteção do meio ambiente, evitando a dizimação de espécies exploradas através da pesca extrativa (Arana, 1999; Valenti, 2000).

A piscicultura marinha no Brasil, apesar de ainda contribuir com uma pequena parcela em relação ao total de peixes cultivados, representa um grande potencial para a aqüicultura comercial, pois muitas espécies de peixes marinhos possuem boa aceitação tanto no mercado interno como no externo. É oportuno destacar que a demanda tem aumentado significativamente, devido a fatores como o declínio da pesca, o crescimento populacional no litoral e o déficit brasileiro no comércio internacional de pescados (Cerqueira, 2001).

A nutrição nos estágios larvais iniciais é um dos fatores que dificultam o estabelecimento de cultivos de peixes marinhos em escala comercial. Lajonchere e Molejon (1994) afirmaram que a fase de larvicultura ainda constitui um fator limitante para o desenvolvimento industrial da atividade. Para se alcançar uma produção eficiente de larvas é necessário suprir totalmente as exigências nutricionais das mesmas através de dietas vivas ou inertes adequadas para cada espécie, já que a qualidade do alimento pode ser uma das razões da baixa sobrevivência larval (Akio & Koshio, 1993). O emprego de um regime alimentar apropriado pode representar uma diminuição expressiva nas taxas de mortalidade durante esta fase crítica do desenvolvimento.

Anger (1988) enfatizou a importância de um alimento que seja facilmente assimilado e que possua eficiência na nutrição das larvas, disponibilizando assim a energia necessária para seu crescimento. Vários autores afirmaram que o alimento vivo possui alto conteúdo de ácidos graxos e enzimas essenciais à sobrevivência das larvas, sendo a melhor opção para sua nutrição inicial (Sipaúba-Tavares & Rocha, 2001). Como a tendência dos cultivos é aumentar as densidades de estocagem larval, a disponibilidade de um alimento adequado começa a ser cada vez mais importante (Shiau, 1998).

Sob o ponto de vista funcional os organismos zooplanctônicos podem ser considerados como elementos-chave na dinâmica dos ecossistemas marinhos, pois estão diretamente envolvidos em funções primordiais para o equilíbrio desses sistemas, tais como a conversão de matéria orgânica (MO) oriunda de partículas fitoplanctônicas, e a reposição de nutrientes na água, através da excreção de substâncias como amônia e fósforo. Desempenham ainda um papel importante na regulação da produção primária fitoplanctônica, pois em sua maior parte, estes organismos são herbívoros podendo controlar o crescimento desta comunidade (Petipa et al., 1973, Mann, 1992; Lalli & Parsons, 1994; Franz et al., 1998). O plâncton é essencial na dieta de muitos peixes, as zonas pesqueiras mais ricas são aquelas onde ele é abundante (Sipaúba -Tavares & Rocha, 2001).

Os copépodes são considerados os organismos dominantes do mesozoplâncton de águas costeiras tropicais, e um dos produtores secundários mais importantes dos ecossistemas marinhos. Representam um elo de ligação entre o fitoplâncton e níveis tróficos superiores de muitos ecossistemas aquáticos (Webber & Roff, 1995, Hopcroft & Roff, 1996, 1998).

O interesse no desenvolvimento de técnicas de cultivo massivo de copépodes para uso na alimentação de larvas de peixes marinhos, vem aumentando gradativamente em atividades de aquicultura, tanto de forma isolada como em conjunto com outras formas de alimento vivo (Hoff & Snell, 1999).

Delbare et al. (1996) indicaram várias vantagens do uso de copépodes como alimento vivo para larvas de peixes marinhos, tais como: tamanho do corpo (largura) acessível entre náuplios e adultos; movimento de natação constitui estímulo visual para as larvas; altos níveis de ácidos graxos polinsaturados e enzimas digestivas que possuem papel importante na nutrição larval.

Payne et al. (2001) também observaram que náuplios de copépodes Calanoida constituem um alimento acessível para espécies que possuem pequena abertura bucal, pois a largura do corpo é menor que o comprimento, sendo esta a dimensão crítica que determina a disponibilidade de predação do náuplio pela larva. Watanabe et al. (1983) e Sargent et al. (1997) sugeriram que os copépodes seriam um alimento altamente nutritivo,

constituindo dieta eficaz para várias espécies de larvas de peixe, por serem ricos em ácido docosahexaenóico (DHA), ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido araquidônico (AA); e conterem relações desejáveis entre os mesmos. McKinnon et al., (2003), avaliando o potencial de copépodes Calanoida tropicais como alimento vivo em aquicultura, verificaram que as proporções de DHA/EPA/AA em três espécies estudadas satisfazem ou excedem as recomendadas para nutrição de larvas de peixes marinhos. Alguns cultivos massivos de copépodes têm demonstrado produção segura e adequada para aceitação no mercado comercial (Payne & Rippingale, 2000a). Dentre os copépodes comumente estudados para utilização na larvicultura de peixes marinhos, estão os Calanoida e Harpacticoida (Kraul et al., 1992; Doi et al., 1997; Støttrup & Norsker, 1997; Shipp et al., 1999). Os Harpacticoida, embora apresentem altas taxas de produção, são predominantemente bentônicos e não estão prontamente disponíveis para as larvas de peixes na coluna d'água (Kitajima, 1973; Payne & Rippingale, 2001b). Já os Calanoida, apesar de apresentarem taxas de produção um pouco inferiores, são em sua grande maioria holoplanctônicos, favorecendo portanto a alimentação das larvas (Støttrup et al., 1986; Schipp et al., 1999).

Embora o valor nutricional dos copépodes como alimento vivo para a piscicultura seja reconhecido, ainda existe pouca informação sobre seu cultivo disponível na literatura científica. A obtenção de sistemas de cultivos confiáveis, com produção contínua e elevada, representa ainda um desafio para que esses organismos possam ser utilizados rotineiramente na piscicultura marinha (Bersano, 2002).

Nos sistemas de cultivos de peixes marinhos, onde se verifica alta mortalidade larval com a utilização de rotíferos na alimentação, o uso de náuplios de copépodes parece ser uma substituição eficiente, promovendo benefícios como uma maior eficiência na alimentação das larvas (Kuhlmann et al., 1981; Doi et al., 1997) e um melhor conteúdo nutricional (Kraul et al., 1992).

Schipp et al. (1999), realizando estudos sobre o cultivo de peixes de recifes tropicais no Darwin Aquaculture Centre (Austrália), observaram 100% de mortalidade das larvas de *Lutjanus johnii* nos primeiros cinco dias de alimentação com uma dieta composta de rotíferos. Após análise do conteúdo defecado pelas larvas, observou-se a presença de rotíferos, indicando que foram ingeridos mas não digeridos, não sendo portanto alimento

adequado para as larvas. Para solucionar este problema, desenvolveram um método de cultivo massivo de copépodes Calanoida *Acartia* sp. em incubadora. Este método manteve culturas produtivas por mais de seis meses, sendo usadas para produzir vários lotes de larvas com uma sobrevivência acima de 40% até 21 dias de cultivo. No cultivo de *Hippocampus subelongatus*, também foram encontrados melhores resultados de sobrevivência e digestibilidade com a utilização de náuplios de copépodes em comparação com náuplios de *Artemia* enriquecidos (Payne e Rippingale 2000b).

Payne & Rippingale (2000) determinaram a microalga *Isochrysis galbana* como a dieta mais eficaz na maximização da produção de copépodes. Schipp et al. (1999), realizando testes para determinar a dieta mais adequada para o copépode *Acartia* sp., verificaram o benefício de uma dieta algal mista. De acordo com estes mesmos autores, *Isochrysis* sp. é um alimento adequado para todos os estágios naupliares e para os menores estágios de copepoditos de *Acartia* sp., sendo rica em ácidos graxos essenciais polinsaturados (HUFA).

Segundo Støttrup & Jensen (1990), a microalga *Thalassiosira weissflogii* possui um tamanho adequado para *Acartia tonsa*, além de ser rica em ácidos graxos, os quais possuem propriedades importantes para copépodes (Støttrup et al., 1999).

Pinto et al. (2001), estudando os efeitos da alimentação sobre o desenvolvimento larval e a dinâmica populacional do copépode Harpacticoida *Tisbe biminiensis*, encontraram diferenças no desenvolvimento e fecundidade de acordo com a dieta utilizada. Vale (1999) também observou que uma dieta apropriada é importante no sucesso reprodutivo de *Acartia tonsa*, pois a viabilidade dos ovos foi maior em fêmeas alimentadas com concentrado de plâncton natural do que as alimentadas com dieta unialgal cultivada.

Bersano (2002) encontrou excelentes resultados em cultivos de *Acartia tonsa* alimentados com dieta mista de *Isochrysis* e *Thalassiosira*. No entanto não foram realizados experimentos que quantificassem a produção de ovos sob o efeito das diferentes dietas.

Lira (2002) estudou a influência de diferentes dietas algais sobre o potencial reprodutivo do copépode Cyclopoida *Apocyclops procerus* e encontrou valores superiores em relação a produção de ovos e a taxa de eclosão dos mesmos utilizando a dieta com *Isocrysis*.

Outro fator que pode vir a representar um grande potencial para uso em aquicultura, é a capacidade de algumas espécies de copépodes Calanoida produzirem ovos de diapausa (Delbare, 1986). Marcus & Murray (2001) estudaram a produção de ovos de resistência em laboratório, Foram obtidos ovos viáveis após armazenamento de 4 – 16 meses a 25 °C, sendo então usados como fonte de náuplios para larvicultura de peixes marinhos.

Além disso, náuplios e adultos de copépodes Calanoida também podem sobreviver vários dias armazenados em baixas temperaturas continuando seu processo de crescimento e/ou reprodutivo normalmente quando retornam a temperaturas favoráveis. Isso torna possível estocar copépodes em períodos em que não são necessários, com manutenção mínima, além de possibilitar o acúmulo de náuplios para serem usados posteriormente no momento da alimentação larval (Payne & Rippingale, 2001a).

Hoje em dia a produção de copépodes em larga escala não pode acompanhar a eficiência do cultivo de rotíferos, mas deve ser usada como um suplemento ao uso destes ao longo da fase larval ou como substituto em curto prazo durante a fase larval inicial, que é o período mais crítico. O uso conjunto de rotíferos e copépodes pode tornar possível uma produção maior nos cultivos de peixes marinhos devido aos benefícios na fase larval (Payne et al., 2001).

O Laboratório de Piscicultura Marinha da UFSC tem conseguido sucesso na reprodução e larvicultura de *Centropomus parallelus* (Cerqueira et al., 1995) utilizando rotíferos e náuplios de *Artemia* nas fases iniciais de desenvolvimento, contudo é provável que o percentual de crescimento e sobrevivência de larvas de robalo possa ser ainda otimizado com o incremento de náuplios de copépodes na dieta das larvas (Bersano, 2002).

O gênero *Acartia* faz parte dos mais importantes no zooplâncton de estuários tropicais e subtropicais do Atlântico e também de regiões temperadas (Björnberg, 1981). A espécie *A. tonsa* está amplamente distribuída, e é estuarino-marinha, sendo capaz de suportar uma ampla variação de salinidade (Vale, 1999).

As fêmeas da espécie não carregam sacos ovíferos, liberam os ovos diretamente na coluna d' água, os quais tendem a afundar. Estudos indicam que os ovos podem ser armazenados em baixas temperaturas sem sofrer danos na composição lipídica (Støttrup et al., 1999).

Esta espécie pode ser facilmente encontrada, sendo abundante na Lagoa da Conceição – Florianópolis / SC (Odebrecht, 1999), e passível a cultivos em alta densidade (Bersano, 2002). Além disso, é resistente a variações sazonais, podendo ser encontrada no meio ambiente durante todas as estações do ano (Montú, 1980).

Objetivos

Objetivo Geral

Desenvolver estudos para maximizar a produção de copépodes em sistema intensivo, a fim de contribuir com o estabelecimento de técnicas para se obter novas fontes de alimento vivo para serem utilizadas em larviculturas de peixes marinhos.

Objetivos específicos

- Avaliar o efeito de diferentes dietas microalgais sobre o crescimento e a produção de ovos de *Acartia tonsa* em cultivo intensivo.
- Verificar o uso de um alimento inerte como uma alternativa para substituir as microalgas na alimentação de copépodes.

Influência de diferentes dietas microalgais e de um alimento inerte sobre a reprodução e o desenvolvimento do copépode Calanoida *Acartia tonsa* Dana, 1849, em cultivo intensivo.

Sônia M. Kaminski¹, Vinícius R. Cerqueira¹, José Guilherme F. Bersano²

¹Departamento de Aqüicultura, CCA, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, Florianópolis, SC, 88.040- 970 – Brasil.

²Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Caixa Postal 474, Rio Grande, RS, 96.201-900 – Brasil.

Resumo

Este estudo foi conduzido para determinar a influência de diferentes dietas sobre o desenvolvimento e a produção de ovos do copépode Calanoida *Acartia tonsa* cultivado em sistema intensivo. Náuplios eclodidos num período de no máximo 24 h foram coletados de um cultivo intensivo de 500 L e estocados em frascos de 2,5 L em uma densidade de 800 ind. L⁻¹. A temperatura foi mantida estável entre 25-27 ° C, a concentração de Oxigênio em 6,3 mg L⁻¹ ± 0,2 e a salinidade 34-35‰. Foram testadas 4 dietas, sendo três compostas por microalgas, monocultura de *Isochrysis* (T-Iso), monocultura de *Thalassiosira fluviatilis*, misto com *Isochrysis* (T-Iso) + *T. fluviatilis*, e uma por um alimento inerte. A microalga de menor tamanho, *Isochrysis* (T-Iso), possibilitou melhor resultado na sobrevivência e crescimento dos náuplios. A microalga maior, *T. fluviatilis* foi mais adequada para a produção de ovos. O tratamento Misto não apresentou diferenças significativas em comparação com as monoculturas das microalgas usadas que apresentaram os melhores resultado, tanto no crescimento como na produção de ovos. Copépodes alimentados com o alimento inerte apresentaram produção de ovos e crescimento similares a copépodes deixados em inanição (controle). Os resultados demonstraram que a microalga *Isochrysis* (T-Iso) deve ser oferecida nos estágios iniciais (náuplios e copepoditos). Para adultos, a dieta deve ser substituída por *T. fluviatilis* a fim de maximizar a reprodução. Outros estudos serão ainda necessários para possibilitar a utilização de um alimento inerte com eficiência.

Palavras Chaves: *Acartia tonsa*, *Isochrysis* (T-Iso), *Thalassiosira fluviatilis*, Cultivo intensivo, Crescimento, Produção de ovos

1. Introdução

A nutrição nos estágios larvais iniciais é um dos fatores que mais dificultam o estabelecimento de cultivos de peixes marinhos em escala comercial. Lajonchere e Molejon (1994) afirmaram que a fase de larvicultura ainda constitui um fator limitante para o desenvolvimento industrial da atividade. Para se alcançar uma produção eficiente de larvas é necessário suprir totalmente as exigências nutricionais das mesmas através de dietas vivas ou inertes adequadas para cada espécie, já que a qualidade do alimento pode ser uma das razões da baixa sobrevivência larval (Akio & Koshio, 1993). O emprego de um regime alimentar apropriado pode representar uma diminuição expressiva nas taxas de mortalidade durante esta fase crítica do desenvolvimento.

Anger (1988) enfatizou a importância de um alimento que seja facilmente assimilado e que possua eficiência na nutrição das larvas, disponibilizando assim a energia necessária para seu crescimento. Vários autores afirmaram que o alimento vivo possui alto conteúdo de ácidos graxos e enzimas essenciais à sobrevivência das larvas, sendo a melhor opção para sua nutrição inicial (Sipaúba-Tavares & Rocha, 2001). Como a tendência dos cultivos é aumentar as densidades de estocagem larval, a disponibilidade de um alimento adequado começa a ser cada vez mais importante (Shiau, 1998).

Os copépodes constituem uma fração significativa na dieta natural das larvas de muitas espécies de peixes de interesse comercial (Turner, 1984; Sipaúba-Tavares & Rocha, 2001), tanto sob a forma de náuplios como também de adultos (Hunter, 1980).

Apesar de já verificada a viabilidade e vantagens do uso de copépodes para a alimentação e nutrição de larvas de peixes marinhos, a sua utilização na aquicultura continua sendo esporádica, sendo ainda necessário o futuro desenvolvimento de técnicas de cultivo intensivo para estes organismos (Støttrup, 2000; Bersano, 2002).

O desenvolvimento de técnicas para cultivos intensivos de copépodes representaria um grande avanço para a piscicultura marinha, especialmente para certas espécies de peixes que apresentam maior sobrevivência e crescimento larval, quando submetidas a dietas compostas por náuplios de copépodes (Shipp et al, 1999; Payne & Rippingale, 2000; Payne et al., 2001; Payne & Rippingale, 2001a, b).

Copépodes Calanoida têm alto potencial como alimento vivo para larvicultura e podem ser empregados em cultivos massivos (Rippingale e MacShane, 1991). Além disso, podem conter relações desejáveis de ácidos graxos essenciais (Payne et al, 1998; McKinnon et al, 2003), apresentando um conteúdo nutricional superior a rotíferos e *Artemia* (Kraul et al., 1992, Støttrup, 2000).

O gênero *Acartia* faz parte dos mais importantes no zooplâncton de estuários tropicais e subtropicais do Atlântico e também de regiões temperadas (Björnberg, 1981). A espécie *A. tonsa* está amplamente distribuída, e é estuarino-marinha, sendo capaz de suportar uma ampla variação de salinidade (Vale, 1999).

Esta espécie pode ser facilmente encontrada, sendo abundante na Lagoa da Conceição – Florianópolis / SC (Odebrecht, 1999), e passível a cultivos em alta densidade (Bersano, 2002). Além disso, é resistente a variações sazonais, podendo ser encontrada no meio ambiente durante todas as estações do ano (Montú, 1980).

A coleta de copépodes do ambiente natural é possível, mas não representa um método seguro. Portanto, torna-se fundamental a realização de estudos que contribuam para o desenvolvimento de técnicas para cultivos massivos em laboratório, como a determinação das melhores dietas algais para cada espécie. Além disso, a disponibilidade de microalgas adequadas para sustentar os cultivos de copépodes constitui-se numa das dificuldades atuais (Shipp et al., 1999). Sendo assim, verificar a eficiência de um alimento artificial representa um fator importante a ser testado.

O presente estudo teve como objetivo desenvolver estudos para maximizar a produção de copépodes em sistema intensivo a fim de contribuir com o estabelecimento de técnicas para se obter novas fontes de alimento vivo à aquicultura. Foi avaliado o efeito de diferentes dietas microalgais sobre o crescimento e a reprodução de *Acartia tonsa* em cultivo intensivo, bem como a possibilidade de se utilizar um alimento inerte em substituição às microalgas.

2. Metodologia

2.1- Local e período de estudo

Os experimentos foram realizados nas instalações do Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR) na Estação de Maricultura da Universidade Federal de Santa Catarina

(UFSC), localizada na Barra da Lagoa. A formação do estoque de zooplâncton teve início no período de verão (2002/2003) visando a obtenção de náuplios produzidos em laboratório para realização dos experimentos. Este processo prolongou-se até o período do outono. Os experimentos foram realizados em junho, julho e agosto de 2003.

2.2- Obtenção dos copépodes

Foram utilizados copépodes da espécie *Acartia tonsa*, coletados com rede de zooplâncton de 300 µm de abertura de malha e 30 cm de diâmetro de boca em viveiros contendo água da Lagoa da Conceição, localizados nas imediações do LAPMAR. Em seguida, foram mantidos em tanque de cultivo de 37 L, com aeração suave, e alimentados com microalgas para aclimação e multiplicação. Na seqüência, utilizou-se a metodologia de Bersano (2002 e 2003). O material foi concentrado, e fêmeas e machos de *A. tonsa* foram separados individualmente sob microscópio estereoscópico para iniciar o cultivo monoespecífico em tanque de 500 L. Deste tanque foram obtidos os náuplios para iniciar todos os cultivos experimentais, assegurando que todos os indivíduos tivessem a mesma procedência. O sistema consiste de um cilindro (cano de PVC) conectado na abertura central do tanque, contendo na sua parte inferior perfurações revestidas por malha de 150 µm para possibilitar a retirada dos ovos, e impedir a passagem de adultos. Além disso, possui na parte superior um copo coletor de ovos com malha de 45 µm. O ar inoculado na base do cilindro central desloca a água para cima, desta forma, os ovos que se depositam no fundo do tanque são sugados, passam pela malha, sobem pelo cilindro e são depositados no copo coletor.

2.3- Produção de fitoplâncton

Os cultivos algais foram iniciados com antecedência, a fim de oferecerem suporte na provisão de alimento aos cultivos de zooplâncton. Foram cultivadas as espécies *Isochrysis* (T-Iso) e *Thalassiosira fluviatilis*. Inicialmente foram repicados em frascos Erlenmayer com água do mar e meio de cultura Guillard, mantidos com aeração constante, e iluminação variando entre 1000–1800 lux, em sala com temperatura controlada (20±1°C). Posteriormente, foram repicados em garrações de 20 L e em tanques de 500 L. Estes foram

repicados a cada três dias, diluídos com água do mar filtrada em filtro com 1 µm de poro de malha e meio de cultura Guillard (0,65 mL/L). Foram feitas contagens das células a cada repicagem, utilizando-se câmara de Neubauer, para acompanhar a concentração e observar o aparecimento de contaminação por protozoários, ciliados ou outros organismos.

2.4- Alimento artificial

No tratamento com alimento inerte foi utilizado um produto comercial, próprio para a alimentação de rotíferos e *Artemia* (AlgaMac-2000). Este produto constitui-se de um concentrado de células de *Schizochytrium* secas e esterilizadas (AquaFauna, 2001). Possui um perfil nutricional balanceado, com aminoácidos, vitaminas e minerais. Sua composição consiste de 39% de proteínas, 32% de gorduras, 13% de carboidratos, 12% de cinzas e 3% de umidade. Além disso, contém alto percentual de lipídeos e ácidos graxos polinsaturados como o ácido docosahexaenóico (DHA). O tamanho das partículas hidratadas está na faixa de 10-80 µm, adaptando-se às necessidades da espécie. O alimento tende a afundar lentamente na coluna d' água (AquaFauna, 2001). A sua suspensão foi prolongada através de aeração suave nas unidades experimentais.

Para a hidratação, adicionou-se 0,05 g do produto seco em 40 mL de água doce em um recipiente fechado que foi agitado manualmente. A solução resultante foi utilizada diretamente, adicionando-se 10 mL (0,0125 g) por unidade experimental a cada 12 horas. A taxa de alimentação conforme sugerido pelo fabricante é de 4-5 g por 1000 L de água, a cada 12 horas.

2.5- Tratamentos

Foram testados quatro tratamentos com três repetições num total de 12 unidades experimentais: dieta com *Isochrysis* (T-Iso) (100.000 cél./mL); dieta com *Thalassiosira fluviatilis* (20.000 cél./mL); dieta mista com as duas espécies (50.000 cél./mL + 10.000 cél./mL); dieta com alimento inerte AlgaMac-2000 (0,005 g/L). A concentração do alimento foi determinada de acordo com o biovolume das microalgas utilizadas, sendo a concentração de células oferecida em volumes equivalentes (Hillebrand et al., 1999), a fim de fornecer aproximadamente 1 mg C L⁻¹, concentração considerada suficiente para garantir

uma boa nutrição dos copépodes (Kiørboe, 1985). Os tratamentos foram distribuídos de forma aleatória entre as unidades experimentais.

2.6- Unidades experimentais e coleta de dados

2.6.1- Testes de crescimento e desenvolvimento

As unidades experimentais constaram de recipientes cilíndricos de vidro, com capacidade de 2,5 L. Ficaram localizadas dentro de uma sala de cultivos de zooplâncton com fotoperíodo natural. A temperatura foi mantida estável com o auxílio de aquecedores elétricos e termostato, tendo oscilado entre 25–27 °C. As unidades experimentais permaneceram em banho-maria dentro de um tanque de fibra de vidro, com fundo e laterais escuras e capacidade de 80 L. O oxigênio foi fornecido através de aeração individual, tendo se mantido estável em torno de 6,3–6,6 mg L⁻¹. A salinidade se manteve a 34-35‰.

Os cultivos experimentais foram iniciados a partir de náuplios obtidos do tanque estoque de 500 L, após 24 horas de filtragem com o copo coletor. Foram retiradas alíquotas para contagem e estimativa da densidade, determinando-se o volume a ser retirado para estocar em cada unidade experimental. A densidade de estocagem inicial foi em média de 800 náuplios L⁻¹.

A renovação de água foi feita diariamente, em torno de 30% do volume total, com água do mar filtrada (filtro de areia, filtro com malha de 500 µm e filtro de areia). Para efetuar a renovação foi utilizado um cano com malha de 45 µm na parte inferior, evitando a passagem dos náuplios.

Os copépodes foram alimentados diariamente conforme descrito no item 2.4. As contagens de células algais eram feitas previamente, além da contagem de residuais em cada unidade experimental. O procedimento da alimentação era feito em conjunto com a renovação.

Para acompanhar o desenvolvimento dos organismos até atingirem o estágio adulto, foram retiradas diariamente alíquotas de 60 mL, garantindo um número em torno de 30 organismos por tratamento.. As amostras eram fixadas em formaldeído a 4%, para contagem e análises posteriores. Assim que os organismos atingiram a maturidade e começaram a produzir ovos e náuplios, todo o volume foi fixado após ser retido numa tela

de 45 μm , para estimar-se a sobrevivência final em cada tratamento. Nos tratamentos onde se observou mortalidade massiva e pouco desenvolvimento, o material foi fixado com antecedência.

As amostras foram processadas sob microscópio estereoscópico, feitas as contagens e medições dos organismos. Para evitar erros devido a possíveis deformações sofridas durante o processo de fixação, foram feitas as medidas do prosoma (cefalotórax), o qual não se retrai facilmente com a fixação de formol, como pode ocorrer com o urossoma (abdômen). Este procedimento foi realizado nas instalações do Laboratório de Zooplâncton da Fundação Universidade Federal de Rio Grande. Foi utilizado um equipamento de captação de imagens e um programa de análises e medições (Image - Pro[®] Plus – versão 4.1 para Windows). Foram medidos aproximadamente 30 organismos para cada dia de cultivo em cada tratamento.

2.6.2- Testes de reprodução (produção de ovos)

As unidades experimentais para o teste de produção de ovos constaram de recipientes cilíndricos de vidro de 0,6 L, que ficaram localizadas dentro da sala de cultivos de zooplâncton nas mesmas condições de temperatura, oxigênio e salinidade que os testes anteriores.

Náuplios eclodidos dentro de um intervalo de 24 h, foram retirados de um cultivo intensivo de 500 L e transferidos para 4 frascos de 2,5 L em uma densidade inicial de 800 ind. L^{-1} . Os frascos foram mantidos em banho termostaticado (25-27 ° C) e os náuplios foram alimentados com dieta mista (*Isochrysis* + *T. fluviatilis*) até atingirem a fase adulta.

Após passarem por aclimação alimentar de 72h no tratamento a ser testado, fêmeas adultas de mesma idade foram isoladas para o teste de produção de ovos de 24h, sendo 3 repetições para cada tratamento com 10 fêmeas por Unidade Experimental de 0,6L. Foram testadas 4 dietas em quantidades equivalentes, mantidas com aeração suave durante 24 h. Ao final do período as fêmeas e os ovos produzidos foram concentrados numa tela de 45 μm , transferidos para frascos de 100 mL e fixados com formaldeído a 4% para contagens e análises posteriores.

O teste com o alimento artificial foi repetido, acompanhado de um tratamento controle, onde não houve alimentação nenhuma. As fêmeas adultas foram retiradas do tanque estoque, e passaram por aclimatação alimentar de 24 h de acordo com o tratamento. Posteriormente foram separadas 10 fêmeas para cada unidade experimental de 600 ml, num total de seis unidades experimentais. A alimentação foi mantida por 24 h com aeração. Ao final, o material biológico foi preservado conforme descrito anteriormente.

Estas amostras foram contadas sob microscópio estereoscópico, em placas de Petri com fundo quadriculado, separando-se ovos e náuplios. Foi portanto calculada uma média em cada tratamento para a “produção de ovos e náuplios”.

2.7- Análise estatística

Os dados foram submetidos à Análise de Variância Unifatorial (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey (programa Sigma Stat 2.0), com nível de significância de 5%. Alguns dados que não apresentavam normalidade ou homocedasticidade passaram previamente por transformações. Para dados percentuais de sobrevivência foi utilizada a transformação do arco-seno, e para dados de contagens (produção de ovos e densidade) aplicou-se a transformação da raiz quadrada (Centeno, 1999).

3. Resultados

3.1 - Desenvolvimento de náuplio a adulto

3.1.1- Sobrevivência e densidade final

Os melhores resultados de sobrevivência final foram encontrados nos tratamentos Misto ($55,81\% \pm 8,64$) e *Isochrysis* (T-Iso) ($51,10\% \pm 5,37$), ambos após 11 dias de cultivo, não diferiram significativamente entre si, mas foram superiores aos tratamentos com o alimento inerte ($3,86 \pm 2,77$) após 7 dias de cultivo e *Thalassiosira fluviatilis* ($0,04 \pm 0,06$) após 5 dias de cultivo. O Alimento Inerte foi significativamente superior a *T. fluviatilis* (Figura 1-A). Esta sobrevivência ocasionou densidades finais variadas proporcionais às mesmas (Figura 1-B).

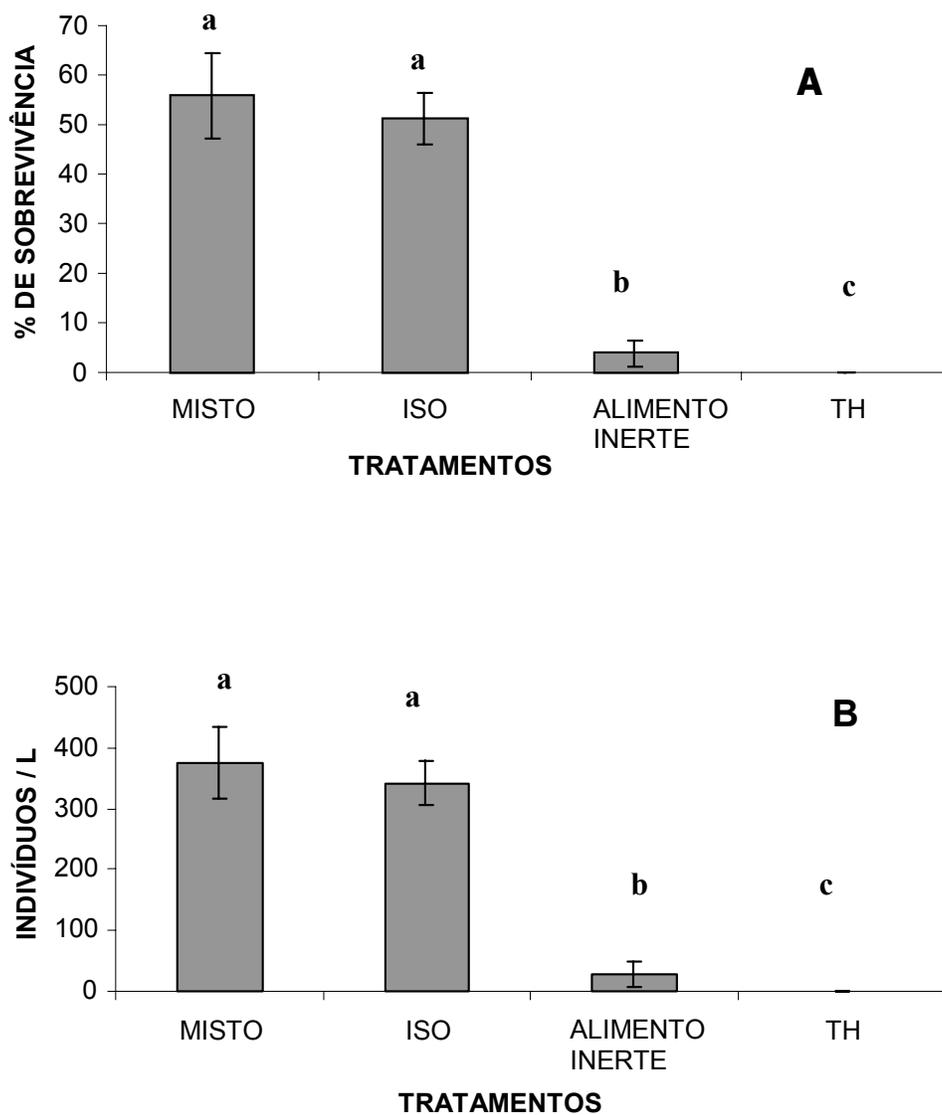


Figura 1. **A.** Percentual de sobrevivência final (média e desvio padrão) de copéodes em cada tratamento. **B.** Densidade final (média e desvio padrão) de copéodes L^{-1} no último dia do experimento de crescimento (ISO: *Isochrysis* (T-Iso); TH: *Thalassiosira fluviatilis*). Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas ($P < 0,05$).

3.1.2 – Desenvolvimento e Taxa de metamorfose

Durante a fase de crescimento observou-se a densidade de indivíduos nas diversas fases de desenvolvimento ao longo dos dias de cultivo (Figura 2). Foram obtidos copepoditos e adultos apenas nos tratamentos com *Isochrysis* e Misto, que não diferiram estatisticamente. Os tratamentos com *T. fluviatilis* o Alimento Inerte não ultrapassaram o estágio de náuplio, não sendo observados indivíduos vivos após o sétimo dia.

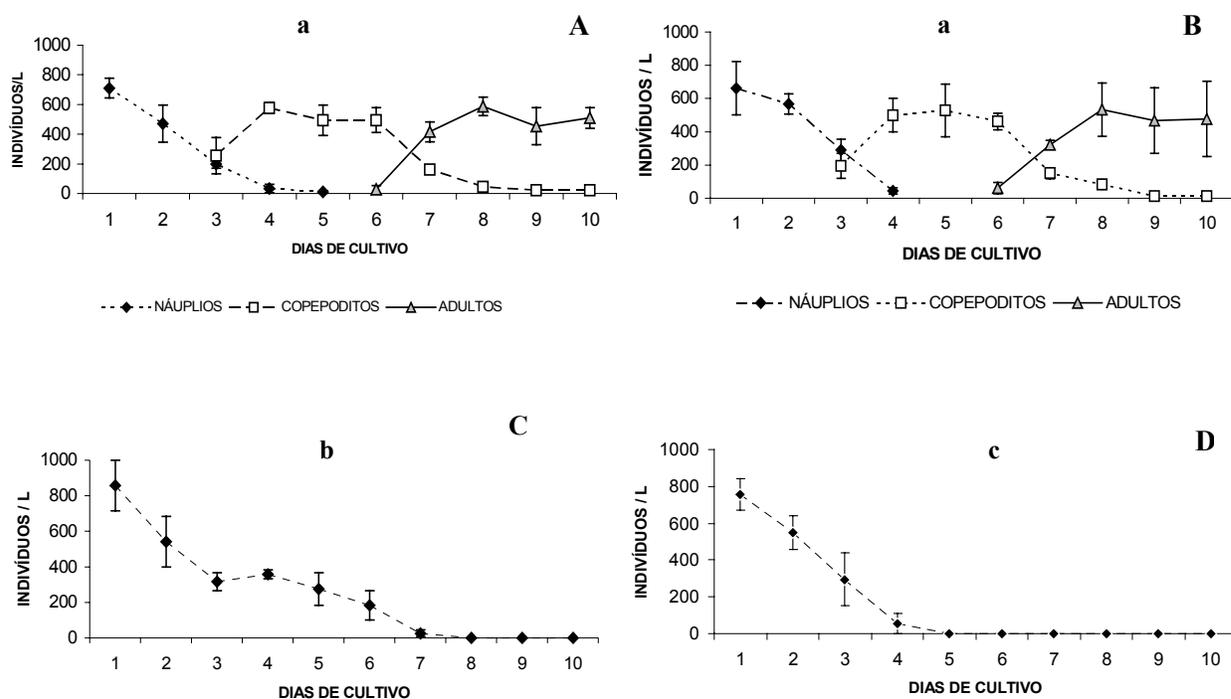


Figura 2. Variação da densidade (média e desvio padrão) das fases de desenvolvimento de *Acartia tonsa* alimentada com diferentes dietas: **A:** *Isochrysis* (T-Iso); **B:** Misto (*Isochrysis* (T-Iso) + *Thalassiosira fluviatilis*); **C:** Alimento Inerte; **D:** *Thalassiosira fluviatilis*. Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Nos tratamentos com *Isochrysis* (T-Iso) e Misto observou-se até o segundo dia de crescimento a prevalência é de náuplios (100%) e no terceiro dia representam $51\% \pm 11,22$. Copepoditos começaram a aparecer a partir do terceiro dia ($48,16\% \pm 11,22$), sendo dominantes do quarto ao sexto dia de cultivo ($> 90\%$). Adultos são encontrados a partir do sexto dia ($8,51\% \pm 4,51$), sendo dominantes do sétimo ao décimo dia, quando alcançam 100% da população (Figura3).

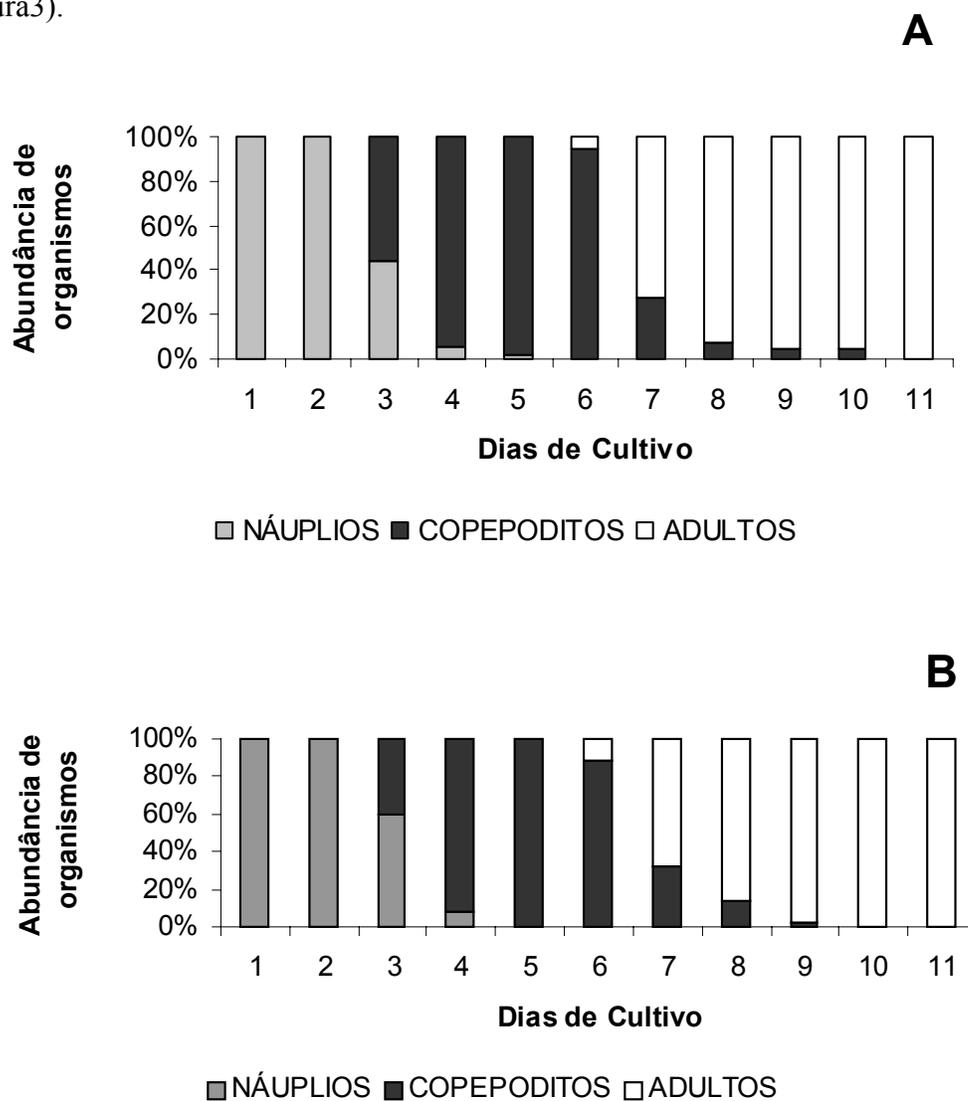
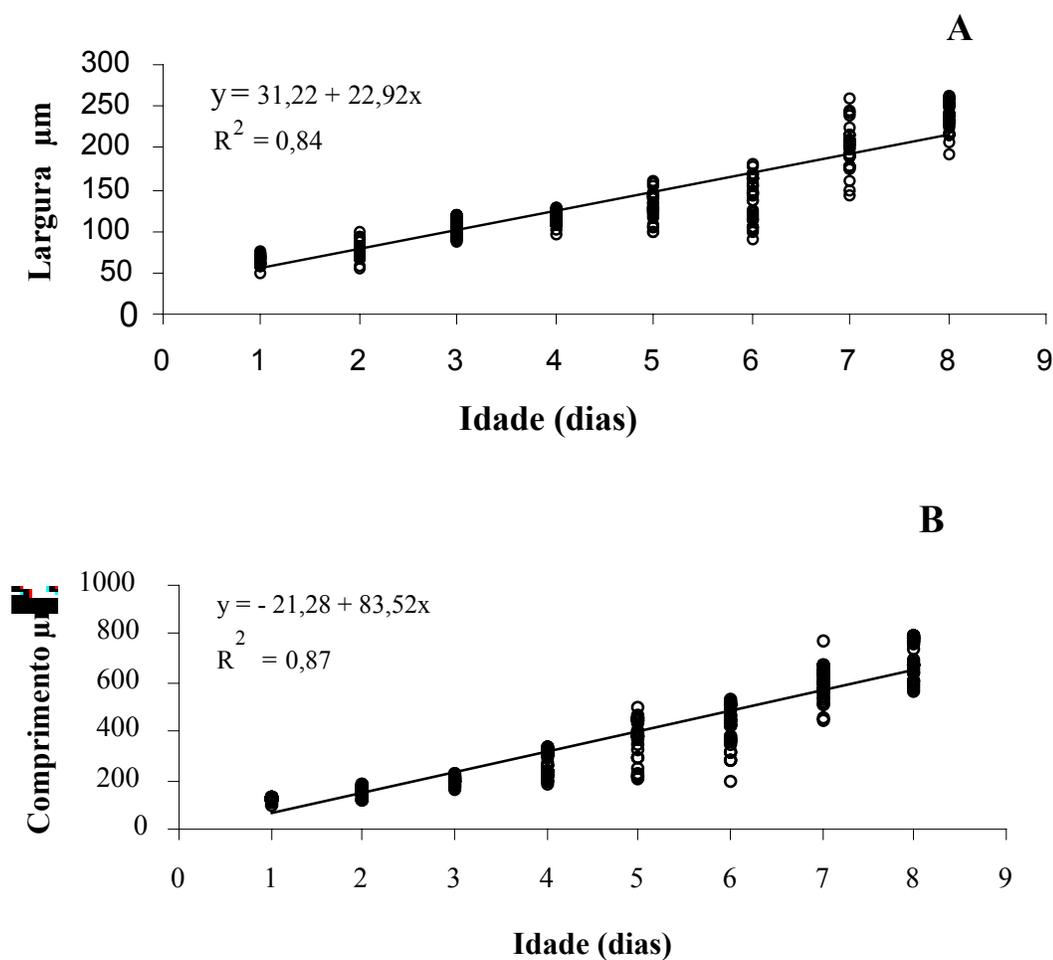


Figura 3. Percentual das diferentes fases de desenvolvimento durante o cultivo de *Acartia tonsa*. **A.** Dieta com *Isochrysis*. **B.** Dieta Mista (*Isochrysis* (T-Iso) + *T. fluviatilis*).

T°C = 25 - 27 °C.

3.1.3 - Crescimento

Tomadas as medidas de largura e comprimento do prossoma, observaram-se resultados semelhantes aos da sobrevivência, densidade final e taxa de metamorfose. As maiores medidas foram encontradas nos tratamentos Misto e *Isochrysis* (T-Iso), iguais entre si, com fêmeas adultas atingindo 779,37 x 258,75 μm e 770,40 x 252,70 μm respectivamente. O incremento diário para a largura foi em média 23 μm e para o comprimento em média 84 μm (Figuras 4 e 5).



○ medidas de *A. tonsa* desde a fase náupliar até a adulta

Figura 4. Regressão Linear entre medidas de crescimento e idade para o copépode *A. tonsa*. **A-** Largura e **B-** Comprimento. Dieta com *Isochrysis* (T-Iso).

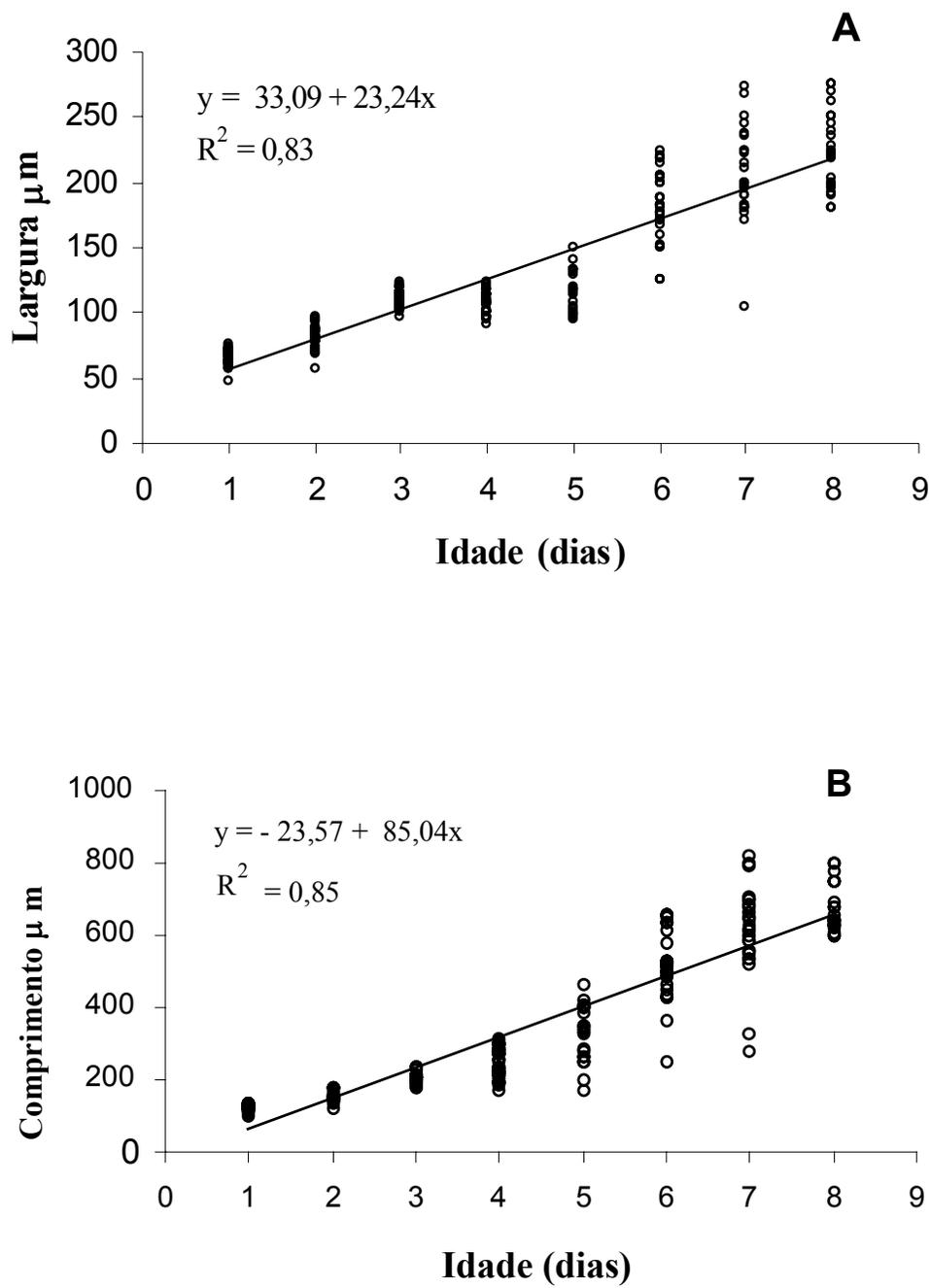


Figura 5. Regressão Linear entre medidas de crescimento e idade para o copépode *A. tonsa*. **A-** Largura e **B-** Comprimento. Dieta Mista (*Isochrysis*(T-Iso) + *Thalassiosira fluviatilis*).

Nos tratamentos com *Thalassiosira fluviatilis* e Alimento Inerte, os resultados foram inferiores e estatisticamente iguais, tendo-se obtido apenas náuplios nestes tratamentos (figuras 6 e 7).

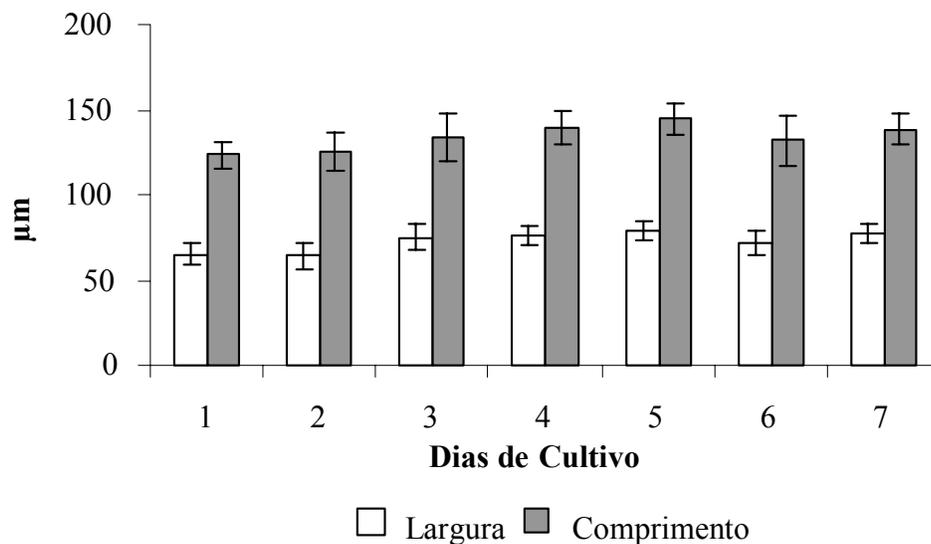


Figura 6. Largura e Comprimento (média e desvio padrão) dos náuplios de *Acartia tonsa* em cultivo alimentados com o Alimento Inerte.

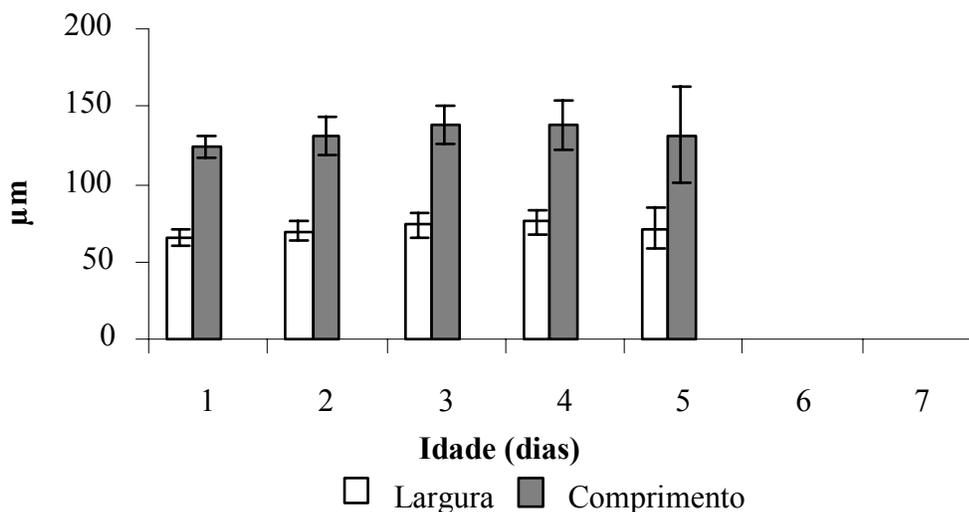


Figura 7. Largura e Comprimento (média e desvio padrão) dos náuplios de *Acartia tonsa* em cultivo alimentados com *Thalassiosira fluviatilis*.

Na tabela 1 encontram-se as faixas médias de tamanhos encontrados nas diferentes fases de desenvolvimento.

Tabela 1. Intervalos de tamanhos médios em função da fase de desenvolvimento de *Acartia tonsa*, alimentados com *Isochrysis* (T-Iso). Medidas de comprimento total para os náuplios e medidas do prossoma para copepoditos e fêmeas.

	Largura (μm)	Comprimento (μm)
Náuplios	65 – 115	124 – 219
Copepoditos	115 – 213	305 – 620
Fêmeas	248 – 269	725 – 770
Machos	230 – 241	637 – 652

3.2 - Produção de ovos e náuplios

No primeiro experimento testando-se a produção de *Acartia tonsa* observou-se variação no número de ovos e náuplios produzidos de acordo com os quatro diferentes tratamentos (Figura 8). As fêmeas que alcançaram médias mais altas de produção foram as submetidas aos tratamentos com *Thalassiosira fluviatilis* ($27,07 \pm 3,01$ ovos fêmea⁻¹ dia⁻¹) e com dieta mista ($25,17 \pm 5,87$ ovos fêmea⁻¹ dia⁻¹). Estes dois tratamentos foram considerados estatisticamente iguais e superiores aos demais.

Na dieta com *Isochrysis* (T-Iso) verificou-se uma produção significativamente menor ($13,63 \pm 0,35$ ovos fêmea⁻¹ dia⁻¹) em relação aos tratamentos anteriores, mas superior ao tratamento com o Alimento Inerte ($0,5 \pm 0,4$ ovos fêmea⁻¹ dia⁻¹).

No segundo experimento, comparou-se a produção do tratamento com Alimento Inerte com um tratamento controle onde não foi fornecido alimento. Observou-se valores estatisticamente iguais para ambos tratamentos: controle $1,87 \pm 0,32$ ovos fêmea⁻¹ dia⁻¹ e Alimento Inerte $1,80 \pm 0,52$ ovos fêmea⁻¹ dia⁻¹ (Figura 9).

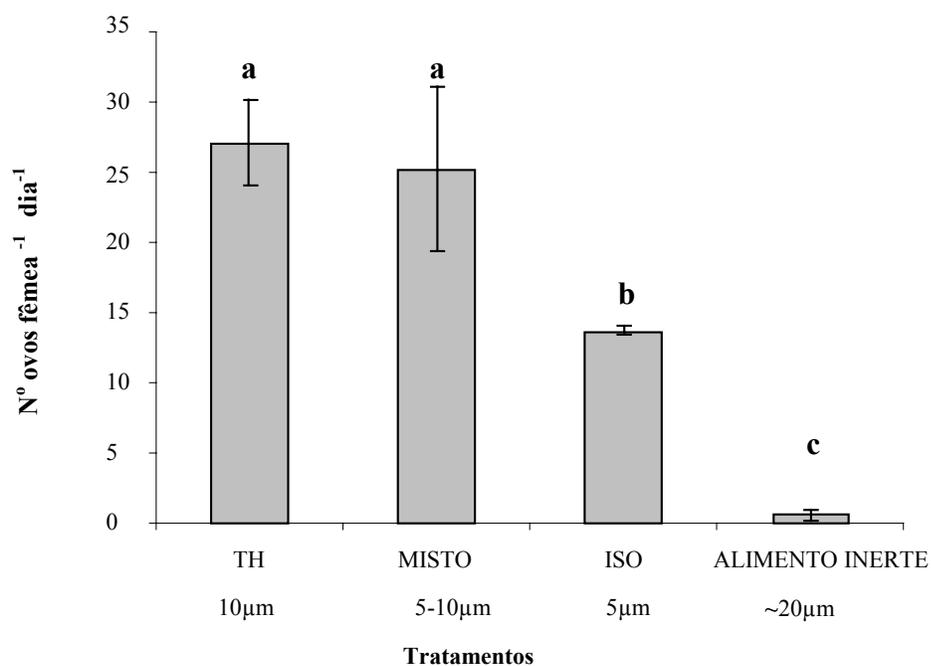


Figura 8. Média e desvio padrão da Produção de ovos e náuplios por fêmea⁻¹ dia⁻¹ para os quatro tratamentos (TH: *Thalassiosira fluviatilis*; ISO: *Isochrysis* (T-Iso). Letras diferentes denotam diferenças significativas ($P < 0,05$).

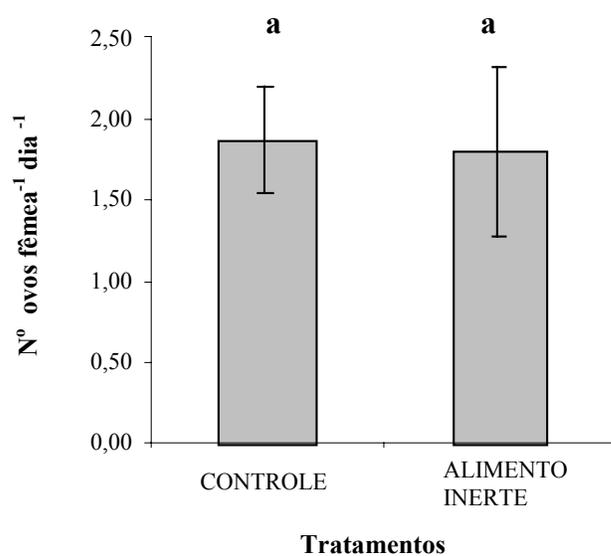


Figura 9. Média e desvio padrão da Produção de ovos e náuplios por fêmea⁻¹ dia⁻¹ para o Alimento inerte e Controle (sem alimentação). Letras diferentes denotam diferenças significativas ($P < 0,05$).

4. Discussão

4.1. Sobrevivência e crescimento

Observou-se que o tipo de alimentação oferecida aos copépodes da espécie *Acartia tonsa* afetou diretamente seu desenvolvimento, influenciando na sobrevivência dos náuplios cultivados.

Quando alimentados com monoculturas de *Isochrysis* (T-Iso), ou com dieta Mista incluindo *Thalassiosira fluviatilis*, os náuplios e copepoditos apresentaram crescimento até a fase adulta com sobrevivência superior a 50 % ao final do cultivo.

Já nas dietas onde foi oferecido o alimento inerte (AlgaMac), ou somente *T. fluviatilis*, os resultados foram negativos. Pouco ou nenhum crescimento dos náuplios foi observado, ocorrendo alta mortalidade, com sobrevivência máxima em torno de 3,9 % no tratamento com o alimento inerte.

No tratamento com *T. fluviatilis* não ocorreu crescimento dos náuplios, podendo-se supor que no tratamento Misto houve apenas ingestão da microalga *Isochrysis* (T-Iso). Como o tratamento Misto não apresentou diferenças estatísticas no crescimento e sobrevivência em comparação ao tratamento ISO. Portanto, a concentração celular de *Isochrysis* (T-Iso) utilizada (50.000/mL) foi suficiente para promover bons resultados, não sendo necessária a mesma concentração utilizada no tratamento ISO (100.000/mL), diminuindo assim o esforço na produção e suprimento das microalgas aos tanques de cultivo.

Ao se cultivar copépodes, o tamanho das algas oferecidas nas diferentes fases de crescimento deve ser avaliado. Os náuplios necessitam de partículas relativamente pequenas, já os copepoditos podem ingerir partículas maiores (McKinnon et al., 2003). De acordo com Berggreen et al. (1988), o tamanho ótimo de alimento para náuplios de *A. tonsa* é de 7 μm , embora possam ingerir partículas de até 14 μm . Para os adultos a faixa está entre 14 e 250 μm .

A microalga *Isochrysis* (T-Iso) apresentou medidas médias de 3,7 μm de largura e 5,0 μm de altura. Esta característica pode ter favorecido a alimentação dos estágios náupliares iniciais, em que os organismos mediram <100 μm de largura. Shipp et al. (1999)

consideraram *Isochrysis* sp. um alimento adequado para todos os estágios naupliares e para os menores estágios de copepoditos.

As células de *T. fluviatilis* mediram em média 10,3 µm de altura. Estas medidas excedem um pouco o ótimo recomendado para náuplios, podendo dificultar a alimentação inicial dos mesmos. Entretanto, estão dentro da faixa de tamanho em que os náuplios se alimentam. Além disso, estudos prévios comprovaram que esta microalga apresenta valor nutricional adequado para a espécie (Støttrup & Jensen, 1990; Støttrup et al., 1999). Contudo, pode-se supor que sua digestibilidade não seja adequada para os estágios iniciais, acarretando mortalidade por inanição. Como os adultos apresentaram bom desempenho com o uso desta microalga, estudos sobre a atividade enzimática dos náuplios devem ser desenvolvidos a fim de se obter um maior conhecimento sobre o assunto.

As partículas do Alimento Inerte variaram entre 10 e 80 µm, também podendo ser ingeridas pelos náuplios mas estando fora de sua faixa ótima, dificultando sua alimentação. Para adultos a faixa de tamanho é adequada e os resultados negativos observados no teste de produção de ovos podem ser devido ao fato de o alimento permanecer pouco tempo na coluna d'água. Mesmo com uma suave aeração ele tende a afundar, diferente das microalgas. Além disso, possíveis problemas na digestibilidade também podem ter sido um fator negativo.

Os resultados semelhantes encontrados entre a dieta com *Isochrysis* (T-Iso) e dieta Mista, mostraram que a primeira foi suficiente para promover um bom crescimento dos náuplios até a fase adulta, sem necessidade de acrescentar *T. fluviatilis*. Støttrup (2000) afirmou que dietas unialgais não resultam em deteriorações significativas do nível nutricional de copépodes cultivados, principalmente em termos de HUFA's.

As medidas de crescimento de *A. tonsa* obtidas no presente estudo demonstraram que este copépode parece adequado para ser utilizado como primeiro alimento no cultivo de robalo-peva *Centropomus parallelus*, espécie cultivada no LAPMAR.

Experimentos devem ser realizados para determinar em que fase os organismos podem ser adequados como alimento vivo para larvas de diferentes idades. Os náuplios poderão vir a ser utilizados como alimento inicial das larvas, em conjunto ou em substituição aos rotíferos, organismos rotineiramente utilizados na larvicultura do robalo. Nesse período as larvas necessitam de um alimento nutritivo e de tamanho pequeno,

inferior a 100 μm . Os copepoditos e adultos podem ser adequados para larvas mais adiantadas, período este em que se utilizam náuplios e metanáuplios de *Artemia* nas larviculturas do robalo (Cerqueira, 2002).

4.2. Produção de ovos

A produção de ovos também foi afetada pelo tipo de alimento oferecido, sendo maximizada no caso da alga de maior tamanho (*Thalassiosira fluviatilis*). Este fato indica que os copépodes adultos preferem células de maiores dimensões, pois estas podem proporcionar um maior ganho de energia com menor esforço. Berggreen et al. (1988), afirmaram que adultos de *A. tonsa* se alimentam de forma mais eficiente com partículas maiores que 10 μm . McKinnon et al. (2003) também observaram que a produção de ovos do copépode *Acartia sinjiensis*, entre outros, foi incrementada com dieta contendo células algais de tamanho maior que 11 μm . Shin et al. (2003), estudando o copépode *Acartia omorri*, encontraram variações na produção de ovos de acordo com a qualidade nutricional da alimentação oferecida.

Neste estudo, copépodes alimentados com monoculturas de *Isochrysis* (T-Iso), apresentaram produção de ovos 50% menor do que aqueles submetidos a uma dieta composta por *T. fluviatilis*. Deste modo, embora *Isochrysis* (T-Iso) possa ser utilizada para a manutenção dos cultivos na fase adulta, recomenda-se o uso de *T. fluviatilis* para a maximizar a produção de ovos e náuplios.

Na alimentação mista com as duas espécies, a produção verificada foi igual a da dieta com apenas *Thalassiosira fluviatilis*, indicando que nesta fase pode-se utilizar somente esta última alga.

As fêmeas adultas alimentadas apenas com o Alimento Inerte apresentaram uma produção mínima, considerada igual à das que não receberam alimento. Isto confirma a inadequação deste alimento para esta espécie, tanto nas formas iniciais, impossibilitando o crescimento, como na fase adulta, dificultando a reprodução. Não foram feitas análises que permitissem definir se essas dificuldades foram devido ao tamanho, à qualidade nutricional ou à digestibilidade. Como a produção de microalgas é um fator que dificulta o cultivo de

copépodes em escala intensiva (Shipp et al., 1999), novas tentativas na utilização deste e de outros alimentos inertes devem ainda ser feitas.

5. Conclusões

O cultivo do copépode Calanoida *Acartia tonsa* é influenciado pelo tipo de alimento oferecido no que se refere à reprodução e ao desenvolvimento do náuplio até adulto.

A microalga *Isocrysis* (T-Iso) é mais adequada para o crescimento e a sobrevivência do náuplio em comparação com *T. fluviatilis* e o alimento inerte.

As dietas com monoculturas de *T. fluviatilis* ou com o alimento inerte foram consideradas inadequadas para o desenvolvimento de náuplios.

A microalga *Thalassiosira fluviatilis* é indicada para maximizar a produção de ovos, sendo mais eficiente do que *Isochrysis* (T-Iso) e o alimento inerte.

O alimento inerte (Algamac), da maneira como foi utilizado, não foi adequado para a alimentação desta espécie de copépode, tanto no período de crescimento como na fase adulta.

6. Referências Bibliográficas

- Anger, K., 1998. Patterns of growth and chemical composition in decapod crustacean larval. *Invertebrate reproduction and development*, 33: 59-176.
- Akio, K., Koshio, S., 1993. Lipid nutrition of the spiny lobster *Panulirus japonicus* (Decapoda, Palinuridae). A review. *Crustaceana*, 67(2): 226-232.
- Aquafauna, Bio-Marine, INC., 2001. Technical Information (AlgaMac-2000). In: <http://www.aquafauna.com/Profiles-AlgaMac-2000.htm> e <http://www.aquafauna.com/Algamac2000-techinfo.pdf>. Data de acesso: 15/01/2004, 14:56.
- Berggreen, U., Hansen, B., Kiorboe, T., 1988. Food size spectra, ingestion and growth of the copepod *Acartia tonsa* during development: implications for determination of copepod production. *Mar. Biol.* 99: 341-352.

- Bersano, J. G. F., 2002. Cultivos Massivos de Copépodes para Utilização como alimento Vivo na Piscicultura Marinha: Apresentação de um novo Método de Cultivo. Trabalho apresentado como Relatório final – CNPq Proc. RD N ° 301318/00.0
- Bersano, J.G.F., 2003. Intensive cultivation of the calanoid copepod *Acartia tonsa*: a potential source of live food for aquaculture. In: Annual Meeting of the World Aquaculture Society, 1., Salvador. 2003. Book of abstracts. Salvador, BA. p. 95 (Resumo).
- Björnberg T. K. S., 1981. Copepoda in “*Atlas del Atlántico Sudoccidental*” métodos de trabajo com el zooplankton marino, editado por Boltovskoy, D. *Pub. Esp. INIDEP*, Mar del Plata, Argentina: 587-679.
- Centeno, A. J., 1999. Curso de estatística aplicada à biologia. 2. Ed. Goiânia, Ed. da UFG. 234 p.
- Cerqueira, V. R. 2002. Cultivo do Robalo: aspectos da reprodução, larvicultura e engorda.. Imprensa Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina.86p.
- Hillebrand, H., Dürselen, C.D., Kirschtel, D., Pollinger, U., Zohary, T., 1999. Biovolume Calculation for Pelagic and Benthic Microalgae. *J. Phycol.* 35: 403-424.
- Hunter, J. R., 1980. The feeding behavior and ecology of marine fish larvae, In: fish behavior and its use in the capture and culture of fishes. Bardach J. E. et alli (eds.). ICLARM, Manila, Philippines.
- KiØrboe,T., MØhlenberg, F., HamburgueR, K., 1985. Bioenergetics of the copepod *Acartia tonsa*: relation between feeding, egg production and respiration, and composition of specific dynamic action. *Marine Ecology – Progress Series.* 26: 85-97.
- Kraul, S., Nelson,A., Brittain, K., Ako, H., Ogasawara, A., 1992. Evaluation of live feeds for larval and postlarval mahimahi *coryphaena hippurus*. *J. World Aquaculture Soc.* 23: 299-307.
- Lajonchere, L.A. & Molejon, O.G. Manual de técnicas para la produccion piloto de juveniles de peces marinos. CUBA. 1994. 116 p.
- McKinnon, A. D., Duggan, S., Nichols, P. D., Rimmer, M. A., Semmens, G., Robino, B. 2003. The potential of paracalanid copepods as live feeds in aquaculture. *Aquaculture*, 223: 89-106

- Montú, M. 1980. Zooplâncton do Estuário da Lagoa dos Patos. I. Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. *Atlântica*, Rio grande, 4: 53-72.
- Odebrecht, C., 1999. Variações espaciais e sazonais do fitoplâncton, protozooplâncton e metazooplâncton na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, Brasil. Cap 9: 145-170. In B. Sierra de Ledo & E. Soriano-Sierra (eds). O Ecossistema da Lagoa da Conceição. NEMAR/CCB/UFSC. SDM/FEPEMA. Florianópolis, Brasil.
- Payne, M. F., Rippingale, R. J., Longmore, R. B., 1998. Growth and survival of juvenile pipefish (*Stigmatopora argus*) fed live copepods with high and low HUFA content. *Aquaculture*, 167: 237-245.
- Payne, M. F., Rippingale, R. J., 2000. Rearing West Australian seahorse, *Hippocampus subelongatus*, juveniles on copepod nauplii and enriched *Artemia*. *Aquaculture*, 188: 353-361.
- Payne, M. F., Rippingale, R. J., Cleary, J. J., 2001. Cultured copepods as food for West Australian dhufish (*Glaucosoma hebraicum*) and pink snapper (*Pagrus auratus*) larvae. *Aquaculture*, 194: 137-150.
- Payne, M. F.; Rippingale, R. J., 2001-a. Effects of salinity, cold storage and enrichment on the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. *Aquaculture*, 201:251-262.
- Payne, M. F.; Rippingale, R. J., 2001-b. Intensive cultivation of the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. *Aquaculture* 201: 329-342.
- Rippingale, R. J., MacShane, M. G., 1991. A calanoid copepod for intensive cultivation. *Mem. Queensl. Mus.* 31-457.
- Schipp, G. R., Bosmans, J. M. P., Marshall, A. J., 1999. A method for hatchery culture of tropical calanoid copepods, *Acartia* spp. *Aquaculture*, 174: 81-88.
- Shiau, S. Y. 1998. Nutrient requirements of penaeid shrimp. *Aquaculture*, 164: 77-93.
- Shin, K., Jang, M.C., Jang, P.K., Ju, S. J., Lee, T.K., Chang, M., 2003. Influence of food quality on egg production and viability of the marine planktonic copepod *Acartia omorii*. *Progress in Oceanography*. 57: 265-277.
- Sipaúba Tavares, L. H., Rocha, O., 2001. Produção de Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para Alimentação de Organismos Aquáticos. FAPESP, 106p.
- Støttrup J. G., Jensen J(1990) .Influence of algal diet on feeding and egg production of the calanoid *Acartia tonsa* Dana. *J Exp Mar Ecol* 141: 87-105.

- Støttrup, J. G.; Bell, J. G.; Sargent, J. R., 1999. The fate of lipids during development and cold-storage of eggs in the laboratory-reared calanoid copepod, *Acartia tonsa* Dana, and in response to different algal diets. *Aquaculture* 176: 257 –269.
- Støttrup, J. G., 2000. The elusive copepods: Their production and suitability in marine aquaculture. *Aquaculture Research*, 31: 703-711.
- Turner, J. T. 1984b The feeding ecology of some zooplankton that are important prey items of larval fish. *NOOA Tec. Rep.*, NMFS 7, 28p.
- Vale, R. do 1999. Variabilidade temporal nas taxas de produção de ovos de *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida) na baía de Paranaguá. Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Parana- UFPR, Paraná. 60p

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O cultivo dos copépodes deve ser feito preferencialmente em salas separadas de outros organismos utilizados como alimento vivo, como rotíferos e *Artemia*, evitando contaminações e conseqüente diminuição da produtividade dos copépodes devido à competição por espaço e alimento.

- A renovação de água no tanque favorece a saúde do cultivo, devendo ser feita a limpeza e troca do tanque uma vez por semana.

- É recomendada a separação dos náuplios do tanque de cultivo massivo, visando assim evitar o canibalismo dos adultos sobre os náuplios, que geralmente ocorre em densidades elevadas de cultivo. Para tanto, pode-se utilizar a técnica de Bersano (2003).

- Estudos de viabilidade dos ovos nas diferentes dietas devem ser desenvolvidos, para verificar possíveis diferenças nutricionais entre os ovos do tratamento Misto e do unialgal com *Thalassiosira fluviatilis*.

- Também devem ser feitos estudos para determinar a melhor densidade de cultivo, tanto no período de crescimento quanto na fase adulta, no processo reprodutivo.

- A provisão com as microalgas *Isochrysis* (T-Iso) e *Thalassiosira fluviatilis* parece suficiente para boa manutenção dos cultivos de copépodes nas três fases de desenvolvimento. Porém, novos estudos com a utilização de alimentos artificiais que possam substituir as microalgas em épocas que a manutenção do cultivo de algas é dificultada, são fundamentais para assegurar a estabilidade da produção.

OBS. O Corpo do Artigo Científico foi escrito conforme normas da revista *Aquaculture*, para a qual será submetido à publicação após a tradução.

ANEXOS

I – Tabelas com os dados referentes aos tratamentos submetidos à análise estatística (ANOVA e Teste de Tukey).

Tabela. Sobrevivência final (p) alcançada ao final do experimento para cada tratamento (média e desvio padrão, dados não transformados).

Tratamento	<i>T. fluviatilis</i>	Misto	<i>Isochrysis</i> (T-Iso)	AlgaMac
Sobrevivência (p)	0,004 ± 0,006	0,558 ± 0,086	0,511 ± 0,054	0,039 ± 0,028

Tabela. Sobrevivência final (p) alcançada ao final do experimento para cada tratamento (média e desvio padrão, dados transformados).

Tratamento	<i>T. fluviatilis</i>	Misto	<i>Isochrysis</i> (T-Iso)	AlgaMac
Sobrevivência (p)	0.010 ± 0.018	0.846 ± 0.084	0.796 ± 0.054	0.179 ± 0.075

Tabela. Densidade final (copépodes adultos/L) obtida a partir de quatro tratamentos (média e desvio padrão, dados não transformados).

Tratamento	<i>T. fluviatilis</i>	Misto	<i>Isochrysis</i> (T-Iso)	AlgaMac
Densidade final	0,27 ± 0,46	374,67 ± 58,01	341,33 ± 35,90	28,40 ± 20,40

Tabela. Densidade final (copépodes adultos/L) obtida a partir de quatro tratamentos (média e desvio padrão, dados transformados).

Tratamento	<i>T. fluviatilis</i>	Misto	<i>Isochrysis</i> (T-Iso)	AlgaMac
Densidade final	0,298 ± 0,516	19,32 ± 1,505	18,46 ± 0,967	5,06 ± 2,095

Tabela. Variação da densidade de organismos /L em diferentes fases de desenvolvimento durante os dias de cultivo, de acordo com os tratamentos utilizados.

AL	F	Dia 1	Dia 2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Dia8	Dia 9	Dia 10
ISO	N	711 ± 67	472 ± 125	200 ± 28	33 ± 29	11 ± 9	-	-	-	-	-
	C	-	-	255 ± 122	577 ± 35	494 ± 102	494 ± 84	161 ± 9	44 ± 19	22 ± 19	22 ± 25
	A	-	-	-	-	-	28 ± 25	417 ± 66	588 ± 63	455 ± 125	511 ± 69
Misto	N	611 ± 160	567 ± 60	289 ± 67	44 ± 19	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	194 ± 75	500 ± 110	528 ± 157	461 ± 51	150 ± 33	83 ± 29	11 ± 19	-
	A	-	-	-	-	-	61 ± 35	322 ± 25	533 ± 161	466 ± 196	478 ± 58.
Alg	N	858 ± 141	541 ± 141	316 ± 50	358 ± 25	275 ± 91	183 ± 83	26 ± 18	-	-	-
TH	N	755 ± 85	550 ± 93	294 ± 141	55 ± 53	-	-	-	-	-	-

* AL: Alimentação; ISO: *Isochrysis* (T-Iso); TH: *Thalassiosira fluviatilis*; Alg: AlgaMac-2000; F: fase de desenvolvimento; N: Náuplios; C: Copepoditos; A: Adultos.

Tabela. Composição (p) de organismos em diferentes fases de desenvolvimento durante os dias de cultivo (%). Tratamentos *Isochrysis* e Misto.

AL	Fases	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10	Dia 11
ISO	N	100	100	44	6	2	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	56	94	98	95	28	7	5	4	0
	A	0	0	0	0	0	5	72	93	95	96	100
Misto	N	100	100	60	8	0	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	40	92	100	88	32	13	2	0	0
	A	0	0	0	0	0	12	68	87	98	100	100

AL: Alimentação; ISO: *Isochrysis* (T-Iso); F: fase de desenvolvimento; N: Náuplios; C: Copepoditos; A: Adultos.

Tabela. Variação dos comprimentos dos copépodes durante os dias de cultivo nas diferentes fases de crescimento de acordo com os 4 tratamentos.

AL	F	Dia 1	Dia 2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Dia8	Dia 9	Dia 10
ISO	N	153±5,7	199±4,8	219±9,7	217±4,4	206±11	-	-	-	-	-
	C	-	-	305±3,4	401±12	425±5,8	598±57	602±19	589±50	611±13	620±27
	F	-	-	-	-	-	724±47	770±7,3	743±12	754±1,6	756±13
	M	-	-	-	-	-	589±69	650±26	632±17	633±18	644±21
Misto	N	154±4,5	205±3,4	212±9,9	186±9,8	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	285±14	363±28	517±10	588±22	624±6,5	586±42	-	-
	F	-	-	-	-	-	765±53	761±36	778±14	788±3,8	762±4,3
	M	-	-	-	-	-	561±25	649±13	658±6	661±8	660±6,2
Alg	N	125±4,6	135±6,8	139±5,1	144±3,4	132±4,4	-	-	-	-	-
TH	N	133±5,8	138±4,1	137±8,1	131±21	133±20	-	-	-	-	-

* AL: Alimentação; ISO: *Isochrysis* (T-Iso); TH: *Thalassiosira fluviatilis*; Alg: AlgaMac-2000; F: fase de desenvolvimento; N: Náuplios; C: Copepoditos; F: Fêmeas; M: Machos.

Tabela. Variação da largura dos copépodes durante os dias de cultivo nas diferentes fases de crescimento de acordo com os tratamentos.

AL	F	Dia 1	Dia 2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Dia8	Dia 9	Dia 10
ISO	N	78±1,6	105±2,1	115±6,5	109±7,4	109±5	-	-	-	-	-
	C	-	-	115±1,9	134±5,3	139±3,7	195±15	210±8,2	205±16	210±4,2	213±15
	F	-	-	-	-	-	251±6,9	253±3,6	269±5,6	248±3,2	250±1,3
	M	-	-	-	-	-	210±28	230±4,7	242±2,5	232±3,1	229±11
Misto	N	81±2,9	111±2,9	109±6,2	99±1,1	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	105±7	119±12	182±8,8	195±14	197±9,6	198±9,4	-	-
	F	-	-	-	-	-	256±15	258±14	258±12	273±3,4	256±6,8
	M	-	-	-	-	-	193±2,6	233±6,9	236±1,3	244±2	241±8,7
Alg	N	67±3,9	75±2,2	74±0,7	78±2,6	72±3	139±2,8	169±4,7	-	-	-
TH	N	70±1,4	74±2,8	76±3,6	70±8,0	80±5	-	-	-	-	-

* AL: Alimentação; ISO: *Isochrysis* (T-Iso); TH: *Thalassiosira fluviatilis*; Alg: AlgaMac-2000; F: fase de desenvolvimento; N: Náuplios; C: Copepoditos; F: Fêmeas; M: Machos.

Tabela. Variabilidade da “produção de ovos e náuplios” de *Acartia tonsa* quando submetida a quatro diferentes dietas (média \pm desvio padrão, dados não transformados).

Tratamento	<i>T. fluviatilis</i>	Misto	<i>Isochrysis</i> (T- Iso)	AlgaMac
“Produção de ovos e náuplios”	27,07 \pm 3,01	25,17 \pm 5,87	13,63 \pm 0,35	0,50 \pm 0,40

Tabela. Variabilidade da “produção de ovos e náuplios” de *Acartia tonsa* quando submetida a quatro diferentes dietas (média \pm desvio padrão, dados transformados).

Tratamento	<i>T. fluviatilis</i>	Misto	<i>Isochrysis</i> (T-Iso)	AlgaMac
“Produção de ovos e náuplios”	5,20 \pm 0,29	4,99 \pm 0,60	3,69 \pm 0,05	0,66 \pm 0,32

Tabela. Variabilidade da “produção de ovos e náuplios” de *Acartia tonsa* quando submetida a duas diferentes dietas (média \pm desvio padrão).

Tratamento	Controle *	AlgaMac
“Produção de ovos e náuplios”	1,87 \pm 0,32	1,80 \pm 0,52

* sem alimentação

II – Tabelas de Análise de Variância Unifatorial e Teste de Tukey

1. Tabelas de Análise da Sobrevivência e Densidade Finais

ANOVA – Sobrevivência Final (4 tratamentos)

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	1.628	0.543	136.381	<0.001*
Residual	8	0.0318	0.00398		
Total	11	1.660			

* Existem diferenças significativas entre as médias

TUKEY – Sobrevivência Final (transformação do arco seno)

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
Misto x Th	0.836	4	22.943	Sim
Misto x AlgaMac	0.667	4	18.312	Sim
Misto x Iso	0.050	4	1.382	Não
Iso x Th	0.785	4	21.561	Sim
Iso x AlgaMac	0.617	4	16.930	Sim
AlgaMac x Th	0.169	4	4.632	Sim

ANOVA – Densidade Final de copépodes (4 tratamentos)

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	823.278	274.426	139.657	<0.001*
Residual	8	15.720	1.965		
Total	11	838.998			

* Existem diferenças significativas entre as médias

TUKEY – Densidade Final de copépodes – (transformação por raiz quadrada)

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
Misto x Th	19.019	4	23.500	Sim
Misto x AlgaMac	14.257	4	17.616	Sim
Misto x Iso	0.859	4	1.061	Não
Iso x Th	18.160	4	22.439	Sim
Iso x AlgaMac	13.398	4	16.555	Sim
AlgaMac x Th	4.762	4	5.884	Sim

2. Tabelas de Análise da Variação da Densidade de Copépodes em Diferentes Fases de Desenvolvimento Durante os Dias de Cultivo.

A. Náuplios:

ANOVA - Náuplios dia 1 (4 tratamentos)

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	63397.676	21132.559	1.468	0,295*
Residual	8	115137.167	14392.146		
Total	11	178534.843			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Náuplios dia 2 (4 tratamentos)

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	15572.514	5190.838	0.433	0.735*
Residual	8	95877.426	11984.678		
Total	11	111449.940			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Náuplios dia 3 (4 tratamentos)

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	23795.593	7931.864	1.135	0.392*
Residual	8	55926.519	6990.815		
Total	11	79722.111			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Náuplios dia 4 (4 tratamentos)

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	222418.343	74139.448	63.106	<0.001*
Residual	8	9398.741	1174.843		
Total	11	231817.083			

* existem diferenças significativas entre as médias

TUKEY – Densidade de náuplios no dia 4 de cultivo

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
AlgaMac x ISO	324.993	4	16.423	Sim
AlgaMac x Misto	313.887	4	15.861	Sim
AlgaMac x TH	302.773	4	15.300	Sim
TH x ISO	22.220	4	1.123	Não
TH x Misto	11.113	4	0.562	Não
Misto x ISO	11.107	4	0.561	Não

ANOVA - Náuplios dia 5 (Tratamentos *Isochrysis* (T- ISO) e AlgaMac)

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	104454.259	104454.259	24.589	0.008*
Residual		16992.037	4248.009		
Total	5	121446.296			

* existem diferenças significativas entre as médias

B. Copepoditos (Tratamentos com *Isochrysis* (T-Iso) e Misto):**ANOVA - Copepoditos dia 3**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	5601.648	5601.648	0.540	0.503*
Residual	4	41408.519	10370.130		
Total	5	47082.167			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Copepoditos dia 4

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	9074.593	9074.593	1.581	0.277*
Residual	4	22964.370	5741.093		
Total	5	32038.963			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Copepoditos dia 5

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	1666.667	1666.667	0.0947	0.774*
Residual	4	70370.296	17592.574		

Total	5	72036.963
-------	---	-----------

*não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Copepoditos dia 6

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	1666.333	1666.333	0.346	0.588*
Residual	4	19258.296	4814.574		
Total	5	20924.630			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Copepoditos dia 7

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	185.259	185.259	0.308	0.609*
Residual	4	2407.037	601.759		
Total	5	2592.296			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Copepoditos dia 8

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	2268.648	2268.648	3769	0.124*
Residual	4	2407.704	601.926		
Total	5	4676.352			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Copepoditos dia 9

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	185.148	185.148	0.500	0.519*
Residual	4	1481.185	370.296		
Total	5	1666.333			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Copepoditos dia 10

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	185.259	185.259	0.364	0.579*
Residual	4	2036.852	509.213		
Total	5	2222.111			

* não existem diferenças significativas entre as médias

C. Adultos (Tratamentos com *Isochrysis* (T-Iso) e Misto):

ANOVA - Adultos dia 6

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	1666.667	1666.667	1.800	0.251*
Residual	4	3703.852	925.963		
Total	5	5370.519			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Adultos dia 7 (Dados transformados por Raiz Quadrada)

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	8.837	8.837	5.553	0.078*
Residual	4	6.366	1.591		
Total	5	15.202			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Adultos dia 8 (Dados transformados por Raiz Quadrada)

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	2.708	2.708	0.357	0.582*
Residual	4	30.337	7.584		
Total	5	33.045			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Adultos dia 9

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	185.259	185.259	0.00683	0,938*
Residual	4	108516.704	27129.176		
Total	5	108701.963			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Adultos dia 10

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	1666.333	1666.333	0.0595	0.819*
Residual	4	112037.963	28009.491		
Total	5	113704.296			

* não existem diferenças significativas entre as médias

3. Tabelas de Análise da Variação das Medidas de Crescimento (Largura e Comprimento) dos Copépodes Durante os Dias de Cultivo nos Diferentes Tratamentos.

A. NÁUPLIOS (4 tratamentos)

DIA 1 DE CULTIVO

ANOVA - Largura

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	382.769	127.590	18.055	<0,001
Residual	8	56.535	7.067		
Total	11	439.305			

TUKEY – Largura dos náuplios nos diferentes tratamentos

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
Misto x AlgaMac	13.770	4	8.972	Sim
Misto x TH	11.390	4	7.421	Sim
Misto x ISO	3.320	4	2.163	Não
ISO x AlgaMac	10.450	4	6.809	Sim
ISO x TH	8.070	4	5.258	Sim
TH x AlgaMac	2.380	4	1.551	Não

ANOVA – Comprimento

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	1836.713	612.238	22.808	<0,001
Residual	8	214.746	26.843		
Total	11	2051.460			

TUKEY – Comprimento dos náuplios nos diferentes tratamentos

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
Misto x AlgaMac	28.500	4	9.528	Sim
Misto x TH	20.693	4	6.918	Sim
Misto x ISO	0.973	4	0.325	Não
ISO x AlgaMac	27.527	4	9.202	Sim
ISO x TH	19.720	4	6.592	Sim
THxAlgaMac	7.807	4	2.610	Não

DIA 2 DE CULTIVO**ANOVA - Largura**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	3445.623	1148.541	180.546	<0,001
Residual	8	50.892	6.361		
Total	11	3496.514			

TUKEY – Largura dos náuplios nos diferentes tratamentos

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
Misto x TH	36.877	4	25.324	Sim
Misto x AlgaMac	35.627	4	24.466	Sim
Misto x ISO	5.137	4	3.527	Não
ISO x TH	31.740	4	21.797	Sim
ISO x AlgaMac	30.490	4	20.938	Sim
THxAlgaMac	1.250	4	0.858	Não

ANOVA – Comprimento

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	13071.927	4357.309	177.868	<0,001
Residual	8	195.980	24.497		
Total	11	13267.907			

TUKEY – Comprimento dos náuplios nos diferentes tratamentos

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
Misto x AlgaMac	70.607	4	24.709	Sim
Misto x TH	67.514	4	23.626	Sim
Misto x ISO	6.494	4	2.273	Não
ISO x AlgaMac	64.113	4	22.436	Sim
ISO x TH	61.020	4	21.354	Sim
THxAlgaMac	3.093	4	1.082	Não

DIA 3 DE CULTIVO**ANOVA - Largura**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	4120.339	1373.466	58.506	<0,001
Residual	8	187.807	23.476		
Total	11	4308.206			

TUKEY – Largura dos náuplios nos diferentes tratamentos

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
ISO x AlgaMac	40.363	4	14.429	Sim
ISO x TH	38.983	4	13.936	Sim
ISO x Misto	5.690	4	2.034	Não
Misto x AlgaMac	34.673	4	12.395	Sim
Misto x TH	33.293	4	11.902	Sim
AlgaMac x TH	1.380	4	0.493	Não

ANOVA – Comprimento

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	17949.760	5983.253	83.574	<0,001
Residual	8	572.740	71.592		
Total	11	18522.500			

TUKEY – Comprimento dos náuplios nos diferentes tratamentos

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
ISO x TH	81.200	4	16.622	Sim
ISO x Alg	79.447	4	16.263	Sim
ISO x Misto	6.213	4	1.272	Não
Misto x TH	74.987	4	15.350	Sim
Misto x AlgaMac	73.233	4	14.991	Sim
Alg x TH	1.753	4	0.359	Não

DIA 4 DE CULTIVO**ANOVA - Largura**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	2910.971	970.324	30.452	<0,001
Residual	8	254.916	31.865		
Total	11	3165.887			

TUKEY – Largura dos náuplios nos diferentes tratamentos

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
ISO x TH	38.587	4	11.840	Sim
ISO x ALG	30.617	4	9.394	Sim
ISO x MISTO	9.387	4	2.880	Não
MISTO x TH	29.200	4	8.960	Sim
MISTO x ALG	21.230	4	6.514	Sim
ALG x TH	7.970	4	2.445	Não

ANOVA - Comprimento

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	138477.452	4615.817	30.739	<0,001
Residual	8	1201.295	150.162		
Total	11	15048.747			

TUKEY – Comprimento dos náuplios nos diferentes tratamentos

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
ISO x TH	85.853	4	12.135	Sim
ISO x ALG	72.310	4	10.221	Sim
ISO x MISTO	30.970	4	4.377	Não
MISTO x TH	54.883	4	7.757	Sim
MISTO x ALG	41.340	4	5.843	Sim
ALG x TH	13.543	4	1.914	Não

DIA 5 DE CULTIVO**ANOVA - Largura**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	2	2236.489	1118.245	56.748	<0,001
Residual	6	118.232	19.705		
Total	8	2354.721			

TUKEY – Largura dos náuplios nos diferentes tratamentos

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
ISO x Alg	36.857	3	14.381	Sim
ISO x TH	28.400	3	11.081	Sim
THxAlgamac	8.457	3	3.300	Não

ANOVA - Comprimento

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	2	10718.879	5359.440	29.105	<0,001
Residual	6	1104.856	184.143		
Total	8	11823.735			

TUKEY – Comprimento dos náuplios nos diferentes tratamentos

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
ISO x Alg	73.947	3	9.438	Sim
ISO x TH	72.447	3	9.247	Sim
THxAlgaMac	1.500	3	0.191	Não

B. COPEPODITOS (Tratamentos com *Isochrysis* (T-Iso) e Misto):

DIA 3 DE CULTIVO

ANOVA - Largura

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	139.105	139.105	5.230	0.084*
Residual	4	106.396	26.599		
Total	5	245.501			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Comprimento

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	595.608	595.608	5.542	0.078*
Residual	4	429.859	107.465		
Total	5	1025.467			

* não existem diferenças significativas entre as médias

DIA 4 DE CULTIVO**ANOVA - Largura**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	361.150	361.150	3.833	0.122*
Residual	4	379.901	94.225		
Total	5	738.051			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Comprimento

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	2163.341	2163.341	4.623	0.098*
Residual	4	1871.819	467.955		
Total	5	4035.159			

* não existem diferenças significativas entre as médias

DIA 5 DE CULTIVO**ANOVA – Largura**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	2767.483	2767.483	60.947	0.001*
Residual	4	181.633	45.408		
Total	5	2949.116			

*as médias comparadas são diferentes

ANOVA - Comprimento

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	12914.976	12914.976	172.392	< 0,001*
Residual	4	299.665	74.916		
Total	5	13214.641			

*as médias comparadas são diferentes

DIA 6 DE CULTIVO**ANOVA – Largura**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	0.0600	0.0600	0.000263	0.988*
Residual	4	911.715	227.929		
Total	5	911.775			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Comprimento

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	169.921	169.921	0.0890	0.780*
Residual	4	7636.673	1909.168		
Total	5	7806.594			

* não existem diferenças significativas entre as médias

DIA 7 DE CULTIVO**ANOVA - Largura**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	275.404	275.404	3.452	0.137*
Residual	4	319.140	79.785		
Total	5	594.544			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Comprimento

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	741.926	741.926	3.691	0.127*
Residual	4	803.972	200.993		
Total	5	1545.899			

* não existem diferenças significativas entre as médias

DIA 8 DE CULTIVO**ANOVA - Largura**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	83.328	83.328	0.461	0.534*
Residual	4	722.336	180.584		
Total	5	805.665			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA - Comprimento

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	9.779	9.779	0.00446	0,950*
Residual	4	8771.975	2192.994		
Total	5	8781.755			

* não existem diferenças significativas entre as médias

C. ADULTOS (Tratamentos com *Isochrysis* (T-Iso) e Misto):

DIA 6 DE CULTIVO

ANOVA – Largura Fêmeas

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	30.827	30.827	0.234	0.654*
Residual	4	526.306	131.577		
Total	5	577.133			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Largura Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	430.276	430.276	1.113	0.351*
Residual	4	1546.292	386.573		
Total	5	1976.568			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Comprimento Fêmeas

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	2568.043	2568.043	1.033	0.367*
Residual	4	9940.872	2485.218		
Total	5	12508.914			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Comprimento Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	1221.227	1221.227	0.450	0.539*
Residual	4	10853.707	2713.427		
Total	5	12074.933			

* não existem diferenças significativas entre as médias

DIA 7 DE CULTIVO

ANOVA – Largura Fêmeas

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	40.820	40.820	0.406	0.559*
Residual	4	402.646	100.661		
Total	5	443.446			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Largura Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	12.790	12.790	0.368	0.577*
Residual	4	138.986	34.746		
Total	5	151.775			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Comprimento Fêmeas

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	137.282	137.282	0.205	0.675*
Residual	4	2685.099	671.275		
Total	5	2822.381			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Comprimento Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	0.295	0.295	0.000699	0.980*
Residual	4	1686.513	421.628		
Total	5	1686.808			

* não existem diferenças significativas entre as médias

DIA 8 DE CULTIVO

ANOVA – Largura Fêmeas

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	169.177	169.177	2.016	0.229*
Residual	4	335.615	83.904		
Total	5	504.792			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Largura Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	47.827	47.827	12.404	0.024*
Residual	4	15.423	3.856		
Total	5	63.250			

*as médias comparadas são diferentes

ANOVA – Comprimento Fêmeas

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	1887.891	1887.891	10.302	0,033*
Residual	4	733.014	183.253		
Total	5	2620.905			

*as médias comparadas são diferentes

ANOVA – Comprimento Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	1020.510	1021.510	6.316	0.066*
Residual	4	646.341	161.585		
Total	5	658.333			

* não existem diferenças significativas entre as médias

DIA 9 DE CULTIVO**ANOVA – Largura Fêmeas**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	950.293	950.293	86.155	<0.001*
Residual	4	44.120	11.030		
Total	5	994.413			

*as médias comparadas são diferentes

ANOVA – Largura Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	184.371	184.371	29.369	0.006*
Residual	4	25.111	6.278		
Total	5	209.483			

*as médias comparadas são diferentes

ANOVA – Comprimento Fêmeas

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	1714.336	1714.336	204.399	<0,001*
Residual	4	33.549	8.387		
Total	5	1747.885			

*as médias comparadas são diferentes

ANOVA – Comprimento Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	1201.901	1201.901	5.891	0,072*
Residual	4	816.055	204.014		
Total	5	2017.956			

* não existem diferenças significativas entre as média

DIA 10 DE CULTIVO**ANOVA – Largura Fêmeas**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	55.328	55.328	2.282	0.205*
Residual	4	96.969	24.242		
Total	5	152.297			

* não existem diferenças significativas entre as média

ANOVA – Largura Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	234.125	234.125	2.441	0.193*
Residual	4	383.719	95.930		
Total	5	617.844			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Comprimento Fêmeas

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	70.864	70.864	0.697	0.451*
Residual	4	406.590	101.648		
Total	5	477.454			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Comprimento Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	371.936	371.936	1.596	0.275*
Residual	4	932.245	233.061		
Total	5	1304.181			

* não existem diferenças significativas entre as médias

DIA 11 DE CULTIVO**ANOVA – Largura Fêmeas**

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	137.856	137.856	6.422	0.064*
Residual	4	85.860	21.465		
Total	5	223.717			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Largura Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	67.000	67.000	2.921	0.163*
Residual	4	91.754	22.939		
Total	5	158.755			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Comprimento Fêmeas

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	1238.471	1238.407	3.011	0.158*
Residual	4	1645.183	411.296		
Total	5	2883.590			

* não existem diferenças significativas entre as médias

ANOVA – Comprimento Machos

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	273.345	273.345	4.899	0.091*
Residual	4	223.186	55.797		
Total	5	496.532			

* não existem diferenças significativas entre as médias

4. Tabelas de Análise da Produção de Ovos e Náuplios

ANOVA – Produção de ovos e náuplios (4 tratamentos)

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	3	39.457	13.152	94.977	<0.001*
Residual	8	1.108	0.138		
Total	11	40.565			

* Existem diferenças significativas entre as médias

TUKEY – Produção de ovos e náuplios (transformação por raiz quadrada).

Comparações	Diferenças entre médias	p	q	P < 0,05
TH x AlgaMac	4.540	4	21.130	Sim
TH x ISO	1.505	4	7.005	Sim
TH x Misto	0.205	4	0.953	Não
Misto x AlgaMac	4.335	4	20.177	Sim
Misto x ISO	1300	4	6.052	Sim
ISO x AlgaMac	3.035	4	14.125	Sim

ANOVA – Produção de ovos e náuplios (2 tratamentos)

Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Entre Tratamentos	1	0.00667	0.00667	0.0357	0.859*
Residual	4	0.747	0.187		
Total	5	0.753			

* Sem diferenças estatisticamente significativas.

BIBLIOGRAFIA DA INTRODUÇÃO GERAL

- ANGER, K., 1998. Patterns of growth and chemical composition in decapod crustacean larval. *Invertebrate reproduction and development*, 33: 59-176.
- AKIO, K., KOSHIO, S., 1993. Lipid nutrition of the spiny lobster *Panulirus japonicus* (Decapoda, Palinuridae). A review. *Crustaceana*, 67(2): 226-232.
- ARANA, L. V., 1999. Aqüicultura e desenvolvimento sustentável – Subsubsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira. Editora da UFSC. 310p.
- BERSANO, J. G. F. 2002. Cultivos Massivos de Copépodes para Utilização como alimento Vivo na Piscicultura Marinha: Apresentação de um novo Método de Cultivo. Trabalho apresentado como Relatório final – CNPq Proc. RD N ° 301318/00.0
- BJÖRNBERG T. K. S., 1981. Copepoda in “*Atlas del Atlántico Sudoccidental*” métodos de trabajo com el zooplancton marino, editado por Boltovskoy, D. *Pub. Esp. INIDEP*, Mar del Plata, Argentina: 587-679.
- CERQUEIRA V. R., MACCHIAVELLO J.A. G., BRUGGER A.M., 1995. Produção de alevinos de robalo *Centropomus parallelus* Poey, 1860, através de larvicultura intensiva em laboratório. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 7, Peruíbe. Anais:ACIESP,pp 191-197.
- CERQUEIRA, V. R. 2001. Piscicultura Marinha no Brasil: perspectivas e contribuições da Ictiologia. Reunião Técnica Sobre Ictiologia em Estuários. Curitiba, UFPR. 5p.
- DELBARE, D., DHERT, P., LAVENS, P., 1996. Zooplâncton In: Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture, FAO Fisheries Technical Paper. P 252-281.
- DOI, M., TOLEDO, J. D., GOLEZ, M. S. N., SANTOS, M. D. L., OHNO, A., 1997. Preliminary investigation of feeding performance of larvae of early red-spotted grouper, *Epinephelus coioides*, reared with mixed zooplankton. *Hydrobiology*, 358: 259-263.
- FRANSZ, H. G.; S. R. GONZÁLEZ,; & S. F. STENEKEN. 1998. Metazoan plankton and the structure of the plankton community in the stratified North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 175: 191-200.

- HOFF, F. H., SNELL, T. W., 1999. Plankton Culture Manual. Fifth Edition. Edited By: Jeffery Nelsen, 160p.
- HOPCROFT, R. R.; & J. C. ROFF. 1996. Zooplankton growth rates: diel egg production in the copepods *Oithona*, *Euterpina* and *Corycaeus* from tropical waters. *J. Plankton Res.*, 18: (5): 789-803.
- HOPCROFT, R. R.; & J. C. ROFF. 1998. Zooplankton growth rates: the influence of size in nauplii of tropical marine copepods. *Mar. Biol.*, 132: 87-96.
- KITAJIMA, C., 1973. Experimental trials on mass culture of copepod. *Bull. Plankton soc. Jpn.* 20: 54-60.
- KRAUL, S., NELSON, A., BRITAIN, K., AKO, H., OGASAWARA, A., 1992. Evaluation of live feeds for larval and postlarval mahimahi *Coryphaena hippurus*. *J. World Aquaculture Soc.* 23: 299-307.
- KUHLMANN, D., QUANTZ, G., WITT, U., 1981. Rearing of turbot larvae (*Scophthalmus maximus* L.) on cultured food organisms and postmetamorphosis growth on natural and artificial food. *Aquaculture*, 23: 183-196.
- LALLI, C. M. & T. R. PARSONS. 1994. Biological oceanography: an introduction. New York, Pergamon Press. 310 p.
- LAJONCHERE, L.A. & MOLEJON, O.G. Manual de técnicas para la producción piloto de juveniles de peces marinos. CUBA. 1994. 116 p.
- LIRA G. P. J., 2002. Influência da dieta na reprodução e crescimento do copépode *Apocyclops procerus* e seu potencial como alimento vivo na larvicultura do robalo-peva *Centropomus parallelus*. Dissertação de mestrado, Aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina, 35p.
- MARCUS, N. H., MURRAY, M., 2001. Copepod diapause eggs: a potential source of nauplii for aquaculture. *Aquaculture*, 201: 107- 115.
- McKINNON, A. D., DUGGAN, S., NICHOLS, P. D., RIMMER, M. A., SEMMENS, G., ROBINO, B. 2003. The potential of paracalanid copepods as live feeds in aquaculture. *Aquaculture*, 223: 89-106
- MANN, K. H. 1982. Ecology of coastal waters. A system approach. University of California Press, Los Angeles. 358p.

- MONTÚ, M. 1980. Zooplâncton do Estuário da Lagoa dos Patos. I. Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. *Atlântica*, Rio grande, 4: 53-72.
- ODEBRECHT, C., 1999. Variações espaciais e sazonais do fitoplâncton, protozooplâncton e metazooplâncton na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, Brasil. Cap 9: 145-170. In B. Sierra de Ledo & E. Soriano-Sierra (eds). O Ecossistema da Lagoa da Conceição. NEMAR/CCB/UFSC. SDM/FEPEMA. Florianópolis, Brasil.
- PAYNE, M. F., RIPPINGALE, R. J., 2000-a. Evaluation of diets for culture of the calanoid copepod *Gladioferes imparipes*. *Aquaculture*, 187: 85-96.
- PAYNE, M. F., RIPPINGALE, R. J., 2000-b. Rearing West Australian seahorse, *Hippocampus subelongatus*, juveniles on copepod nauplii and enriched *Artemia*. *Aquaculture*, 188: 353-361
- PAYNE, M. F.; RIPPINGALE, R. J., 2001-a. Effects of salinity, cold storage and enrichment on the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. *Aquaculture*, 201:251-262.
- PAYNE, M. F.; RIPPINGALE, R. J., 2001-b. Intensive cultivation of the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. *Aquaculture* 201: 329-342.
- PAYNE, M. F., RIPPINGALE, R. J., CLEARY, J. J., 2001. Cultured copepods as food for West Australian dhufish (*Glaucosoma hebraicum*) and pink snapper (*Pagrus auratus*) larvae. *Aquaculture*, 194: 137-150.
- PETIPA, T. S.; E. V. PAVLOVA.; & G. N. MIRONOV. 1973. The foodweb structure, utilization and transport of energy by trophic levels in the planktonic communities. Em: STEELE, J. H. (ED). *Marine Food Chains*. Oliver & Body, London, 551p.
- PINTO, C. S. C.; SOUZA-SANTOS, L. P.; SANTOS, P.J.P, 2001. Development and population dynamics of *Tisbe biminiensis* (Copepoda: Harpacticoida) reared on different diets
- SARGENT, J. R.; McEVOY L. A.; BELL, J. G., 1997. Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine larval feeds. *Aquaculture* 155: 117-127.
- SCHIPP, G. R., BOSMANS, J. M. P., MARSHALL, A. J., 1999. A method for hatchery culture of tropical calanoid copepods, *Acartia* spp. *Aquaculture*, 174: 81-88.
- SHIAU, S. Y. 1998. Nutrient requirements of penaeid shrimp. *Aquaculture*, 164: 77-93.

- SIPAÚBA TAVARES, L. H., ROCHA, O., 2001. Produção de Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para Alimentação de Organismos Aquáticos. FAPESP, 106p.
- STØTTRUP, J. G., RICHARDSON, K., KIRKEGAARD, E., PHIL, N. J., 1986. The cultivation of *Acartia tonsa* Dana for use as a live food source for marine fish larvae. *Aquaculture* 52: 87-96.
- STØTTRUP J. G., JENSEN J(1990) .Influence of algal diet on feeding and egg production of the calanoid *Acartia tonsa* Dana. *J Exp Mar Ecol* 141: 87-105.
- STØTTUP, J. G., NORSKER, N. H., 1997. Production and use of copepods in marine fish larviculture. *Aquaculture* 155: 231-248.
- STØTTRUP, J. G.; BELL, J. G.; SARGENT, J. R.,1999. The fate of lipids during development and cold-storage of eggs in the laboratory-reared calanoid copepod, *Acartia tonsa* Dana, and in response to different algal diets. *Aquaculture* 176: 257 – 269.
- VALE, R. DO 1999. Variabilidade temporal nas taxas de produção de ovos de *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida) na baía de Paranaguá. Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Parana- UFPR, Paraná. 60p.
- VALENTI, W. C., 2000. Introdução. In: Aqüicultura no Brasil - bases para um desenvolvimento sustentável. Valenti, W. C. et al. (Eds).CNPq Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília. 25-32.
- WATANABE, T.; KATAJIMA, C.; FUJITA, S.,1983. Nutritional value of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. *Aquaculture* 34: 115-143.
- WEBBER, M. K. & J. C. ROFF. 1995. Annual structure of the copepod community and its associated pelagic environment off Discovery Bay, Jamaica. *Mar. Biol.*, 123: 467-479.