



UNIVERSIDAD DEL MAR

campus Puerto Ángel

CRECIMIENTO DEL CARACOL MANZANA *Pomacea bridgesii* (Reeve, 1856) UTILIZANDO DOS DIETAS ARTIFICIALES ELABORADAS: CON Y SIN ADICIÓN DE *Spirulina subsalsa* Oersted ex Gomont 1892

Que para obtener el Título Profesional de
Licenciado en Ingeniería en Acuicultura

Presenta

LUIS GABRIEL VIVALDO PATRACA

Directora

M. en C. ALEJANDRA TORRES ARIÑO

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2019.

Resumen

Se realizó un experimento de nutrición en un cultivo de caracol manzana *Pomacea bridgesii*, donde se utilizaron 60 organismos a los cuales se les suministraron dos dietas (A y B) de alimento balanceado con un 25% de proteína: una adicionada con harina de Spirulina (A) y la otra con harina de pescado (B). El cultivo se realizó en un sistema de recirculación conformado por seis unidades de cultivo, durante un periodo de diez semanas. Para evaluar la eficiencia de las dietas se utilizó la tasa de crecimiento absoluta (TCA), con un valor de 0.168 ± 0.011 para A y 0.162 ± 0.009 para B; la tasa de crecimiento específica (TCE), con un valor de 1.417 ± 0.013 para A y 1.416 ± 0.065 para B; en cuanto al factor de conversión alimenticia (FCA), se obtuvo un valor de 1.52 ± 0.11 para A y 1.33 ± 0.08 para B. Se realizó un análisis de varianza para la TCA y TCE, entre los tratamientos A y B, sin encontrar diferencias significativas. Se practicó un análisis de medidas repetidas para peso y talla, entre los tratamientos A y B, donde tampoco se encontraron diferencias significativas, con esto se puede decir que, en la dieta (A) en la que se sustituyó una porción de harina de pescado por harina de Spirulina, ofreció los mismos resultados que la dieta elaborada con harina de pescado (B) como principal fuente de proteína. Por lo que se podría reducir el uso de la harina de pescado en la formulación de alimentos acuícolas para esta especie de caracol. En términos de costos de producción la dieta con Spirulina no resultó ser rentable, sin embargo esto es razonable dado que todo el cultivo se realizó bajo condiciones de laboratorio.

Palabras clave: *Pomacea bridgesii*, nutrición, *Spirulina subsalsa*, cultivo, alimento-balanceado.

Dedicatoria

A mis padres que siempre estuvieron ahí para apoyarme

Agradecimientos

Quiero agradecer a mis Padres, Rubí Patraca Raygoza y Gabriel Vivaldo Andrade, que siempre me han apoyado en todos los sentidos, sin ellos no habría alcanzado esta meta.

También quiero agradecer a mi directora de tesis, Alejandra Torres Ariño, que me guió, dedicó tiempo, esfuerzo y paciencia, apoyo financiero de su bolsa e institucional (Subsidio para gastos de operación) para mi tesis y sobre todo paciencia, para que lograra este propósito, mil gracias!

Al Laboratorio de Biotecnología de Microalgas y al Laboratorio de Análisis y Tecnología de Alimentos de la Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel, por facilitarme los espacios para desarrollar la parte experimental y de análisis de mi trabajo.

A todos mis profesores de la carrera y revisores de tesis (Pablo Torres Hernández, Pablo Pintos Terán, José Guadalupe Gamboa, Ángel Cuevas Aguirre) y José Alberto Montoya Márquez.

A Mariana Blanco, Nicolás Sandoval y Miriam, mis maestros de aéreos, sin ellos no habría conocido cierta parte de mis capacidades físicas y mentales.

A Carmen Elisa (Carpi) que siempre ha iluminado mi camino con su apoyo, motivación, cariño y amor sincero.

A mi súper amiga Rutila que siempre está para escucharme, darme consejos, apoyarme y darme ánimo.

Finalmente a todos mis amigos y esas personas especiales que me acompañaron en este camino, que me enseñaron que el SA es lo mejor y que hicieron de este camino uno muy grato y placentero: Isaías (Bío), Ismael San Muxe, Honda (la mogga), Erick Jiménez (Cushe), Alder (el moggo), Astrid, Kicho, Chistoper, Agente Mari, y todos con los que alguna vez cotorrié y me echaron la mano.

ÍNDICE

Resumen.....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice de figuras	vii
Índice de tablas	viii
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes	7
3. Justificación.....	10
4. Hipótesis.....	11
5. Objetivos	11
5.1 General	11
5.2 Específicos.....	11
6. Materiales y métodos	12
6.1 Obtención de la cepa	12
6.2 Cultivo de <i>Spirulina</i>	12
6.3 Cosecha del cultivo	13
6.4 Determinación de proteína de la <i>Spirulina subsalsa</i>	14
6.5 Desarrollo experimental	14
6.6 Organismos experimentales	14
6.7 Diseño y elaboración de un sistema de recirculación	15
6.7.1 Sistema de recirculación.....	15
6.8 Formulación y elaboración de las dietas	16
6.9 Análisis bromatológico de las dietas elaboradas	19
6.9.1 Proteína	19
6.9.2 Cenizas.....	20
6.9.3 Grasas	20
6.9.4 Humedad	21
6.10 Alimentación.....	21
6.11 Calidad del agua	22
6.12 Análisis del crecimiento.....	22
6.12.1 Biometrías de los organismos.....	22
6.12.2 Evaluación del crecimiento	23

6.12.3 Factor de conversión alimenticia (FCA)	24
6.13 Análisis estadístico.....	24
7. Resultados	25
7.1 Cultivo y cosecha de <i>Spirulina subsalsa</i>	25
7.2 Determinación del porcentaje de proteína de <i>Spirulina subsalsa</i>	25
7.3 Análisis bromatológico de las dietas elaboradas	26
7.4 Crecimiento del caracol manzana	26
7.5 Factor de conversión alimenticia (FCA)	27
7.6 Incremento en peso de <i>P. bridgesii</i>	27
7.7 Incremento en talla del caracol manzana.....	29
7.8 Costo de producción de la biomasa producida	30
8. Discusión.....	33
8.1 Porcentaje de proteína y rendimiento de <i>S. subsalsa</i>	33
8.2 Eficiencia de las dietas suministradas.....	34
8.3 Análisis del incremento del peso.....	39
8.4 Análisis del incremento de la talla	40
8.5 Costo de producción	41
9. Conclusiones.....	41
10. Recomendaciones.....	42
11. Literatura citada.....	43
12.- Anexos	48
Anexo A. Cálculo del costo del consumo de luz utilizada durante el experimento.....	48
Anexo B. Cálculo del costo de mano de obra utilizada durante el experimento.	48
Anexo C. Costos del agua utilizada durante el experimento.	48
Anexo D. Costos para la elaboración de las dietas preparadas con base a los ingredientes utilizados.....	49
Anexo E. Alimento suministrado a los tratamientos durante el experimento. ...	49

Índice de figuras

Figura		Página
1	Morfología externa del caracol manzana (Tomado de http://www.elgoldfish.com/articulos/caracol_manzana.html).	3
2	Cianobacterias filamentosas en microscopía óptica con diferente grado de enrollamiento, rasgo empleado para su identificación. A) <i>Spirulina subsalsa</i> , B) <i>Arthrospira platensis</i> , C) <i>Spirulina major</i> y D) <i>Arthrospira maxima</i> . Barra de escala= 10 µm. Foto: Torres-Ariño, A.	6
3	Cultivo de <i>S. subsalsa</i> a diferentes niveles. A) 5 L, B-C) Garrafón de 17 L y D) Columna cilíndrica de 70 L. Foto: Torres-Ariño, A.	12
4	Pasos de la obtención de biomasa de <i>S. subsalsa</i> . A) Cosecha por filtración utilizando un tamiz de acero inoxidable de 53 µm, B) Después del lavado se coloca en una charola de acero inoxidable, C) Biomasa después de 24 h en estufa a 60 °C y D) Biomasa seca en hojuelas. Foto: Torres-Ariño, A.	13
5	Extracción y determinación de proteínas. A) Adición del NaOH para hidrólisis, B) Macerado de la biomasa, C) Sonicado de la biomasa, D) Medición espectrofotométrica. Foto: Torres-Ariño, A.	14
6	Esquema del sistema de recirculación utilizado para el cultivo de <i>P. bridgesii</i> en el Laboratorio de Biotecnología de Microalgas.	16
7	Pellets obtenidos para el experimento, A: alimento con <i>Spirulina</i> ; B: alimento sin <i>Spirulina</i> .	18
8	Registro de la biometría por semana. A: Medida de la longitud del caracol manzana <i>P. bridgesii</i> , utilizando un vernier, B: Pesado de organismos utilizando la balanza analítica OHAUS Adventurer.	23
9	Tendencia de las biometrías semanales en términos de peso para las dietas con <i>Spirulina</i> (A) y sin <i>Spirulina</i> (B).	28
10	Tendencia de las biometrías semanales en términos de talla para las dietas con <i>Spirulina</i> (A) y sin <i>Spirulina</i> (B).	29

Índice de tablas

Tabla		Página
I	Porciones utilizadas para la elaboración de las dietas con Spirulina (A) y sin Spirulina (B).	17
II	Valores de R^2 obtenidos para corroborar la tendencia lineal y exponencial de cada uno de los tratamientos utilizados en términos de peso y talla.	23
III	Biomasa seca y rendimiento por cosecha de <i>S. subsalsa</i> .	25
IV	Valores obtenidos del análisis bromatológico de las dietas elaboradas para el cultivo de <i>P. bridgesii</i> .	26
V	Valores de peso (g) utilizados para el cálculo de la TCA y TCE.	26
VI	Valores para la tasa de crecimiento absoluta (TCA) y específica (TCE) de las tres réplicas utilizadas en el experimento. A, con Spirulina; B, sin Spirulina.	26
VII	Valores del factor de conversión alimenticia (FCA) para los tratamientos: alimento con Spirulina (A) y alimento sin Spirulina (B), utilizados en el crecimiento de <i>P. bridgesii</i> .	27
VIII	Datos obtenidos de las pruebas de comparaciones planeadas (gl = 1) para los valores de peso entre los tratamientos con Spirulina (A) y sin Spirulina (B).	28
IX	Datos obtenidos de las pruebas de comparaciones planeadas (gl = 1) para los valores de talla entre los tratamientos con Spirulina (A) y sin Spirulina (B).	30
X	Costos de los insumos utilizados para la producción de la biomasa de <i>Spirulina subsalsa</i> .	30
XI	Costo de elaboración de las dietas preparadas con base a los ingredientes utilizados.	31
XII	Costos de las dietas suministradas durante el experimento.	31
XIII	Costos de producción para los tratamientos con Spirulina y sin Spirulina suministrados en el presente trabajo.	32
XIV	Biomasa total obtenida y alimento suministrado.	32
XV	Lista de valores para la TCE y TCA del presente trabajo y literatura consultada.	36
XVI	Lista de valores de FCA del presente trabajo y literatura consultada.	39