

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA LA MOLINA**

FACULTAD DE PESQUERÍA



**“TASA DE CONSUMO DE OXÍGENO Y
ACLARAMIENTO DE LA CONCHA DE ABANICO,
Argopecten purpuratus, EN RELACIÓN AL TAMAÑO,
BAHÍA DE SECHURA”**

Presentado por:

PAMELA EVELYN CABEZAS HUATUCO

**TESIS PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO
PESQUERO**

Lima - Perú

2016

A mi familia por su incondicional
apoyo, en especial a mi madre.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto SASCA “Sustainability analysis of scallop culture in Sechura bay” que permitió la realización de esta tesis y al Centro Leibniz de Ecología Marina Tropical- Alemania (ZMT) y Ministerio Federal de Educación e Investigación- Alemania (BMBF) por financiar este importante proyecto.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina por financiar parte de esta investigación.

A todos los investigadores del proyecto SASCA por su compañerismo y guía.

A mi patrocinador Jaime Mendo por su guía y paciencia en todas las etapas de esta tesis y por su estimulación a la investigación.

A todas las asociaciones de pescadores de la Bahía de Sechura que permitieron que trabaje en sus áreas. En especial al señor Juan “lagarto”, Pepe, Manuel, Juan, Emilio y Edwin “Daddy Yankee” por su gran ayuda tanto en el buceo como dentro de la embarcación, haciendo más rápido y fácil el trabajo en campo.

A mis compañeros y amigos tesistas Ivonne y Luis por su gran apoyo, empuje y confianza en cada etapa de la realización de esta tesis. Y a otros compañeros tesistas que fueron tomando distintos rumbos durante el camino.

A todas las personas que contribuyeron con su ayuda en la realización de esta investigación.

Y finalmente gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron dispuestas a brindarme todo su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
2.1.	Bahía de Sechura	2
2.2.	Aspectos generales de la concha de abanico	4
	2.2.1. Taxonomía	4
	2.2.2. Distribución y hábitat	5
	2.2.3. Aspectos biológicos	6
2.3.	Aspectos ecofisiológicos	9
	2.3.1. Consumo de alimento y tasa de aclaramiento	11
	2.3.2. Consumo de oxígeno	15
2.4.	Relación alométrica entre el tamaño y las tasas fisiológica	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1.	Área de estudio	22
3.2.	Descripción del experimento	23
3.3.	Determinación de las tasas fisiológicas	26
3.4.	Análisis de muestras y procesamiento de datos	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1.	Factores abióticos y bióticos	29
4.2.	Tasa de consumo de oxígeno	32

4.2.1. Tasa de consumo de oxígeno en relación a grupos de talla	32
4.2.2. Modelo de ajuste entre las tasas de consumo de oxígeno, talla y peso	37
4.2.3. Comparación de las tasas de consumo de oxígeno estandarizadas por estación y áreas	41
4.3. Tasa de aclaramiento	45
4.3.1. Tasa de aclaramiento en relación a grupos de talla	45
4.3.2. Modelo de ajuste entre las tasas de aclaramiento, talla y peso	51
4.3.3. Comparación de las tasas de aclaramiento por estación y áreas	55
4.4. Relación entre los factores bióticos y abióticos y las tasas fisiológicas	59
V. CONCLUSIONES	62
VI. RECOMENDACIONES	63
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
VIII. ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tasas de consumo de oxígeno (TCO) ($\text{mgO}_2\text{h}^{-1}$ y $\text{mgO}_2\text{h}^{-1}\cdot\text{g}$) y aclaramiento (TA) (Lh^{-1} y $\text{Lh}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) y constantes de la relación alométrica ($T=aP^b$) para bivalvos según la literatura	20
Tabla 2. Ubicación de las estaciones experimentales seleccionadas para el presente estudio en la Bahía de Sechura.	23
Tabla 3: Diseño para cada experimento bajo los cuatro rangos de tallas y repeticiones para cada área de experimentación.	23
Tabla 4. Valores de las variables abióticas y bióticas registrados en los experimentos realizados en invierno y verano.	30
Tabla 5. Valores promedio de las tasas de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de <i>A. purpuratus</i> de diferentes tamaños en invierno y verano en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.	32
Tabla 6: Resultados del test de Kruskal-Wallis usado para comparar el consumo de oxígeno promedio ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de la concha de abanico de diferentes tallas y en dos estaciones del año.	34
Tabla 7: Resultados de la comparación del consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de la concha de abanico entre estaciones del año para diferentes grupos de talla usando el test de Wilcoxon-Mann-Whitney.	35
Tabla 8: Constantes de la regresión alométrica ($Y=aP^b$) ajustada entre el peso seco (g) y la tasa de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}$) de la concha de abanico de diferentes tallas en diferentes áreas de repoblamiento en invierno y verano.	37

Tabla 9: Resultados del test Kruskal-Wallis usado para comparar las tasas de consumo de oxígeno estandarizadas ($\text{mg O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de la concha de abanico entre áreas en invierno y verano. 42

Tabla 10: Valores promedio de las tasas de aclaramiento ($\text{L} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de *A. purpuratus* de diferentes tamaños en invierno y verano en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura. 45

Tabla 11: Resultados del test Kruskal-Wallis usado para comparar las tasas de aclaramiento promedio ($\text{L} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de la concha de abanico de diferentes tallas y en dos estaciones del año. 47

Tabla 12: Resultados de la comparación de las tasas de aclaramiento ($\text{L} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de la concha de abanico entre estaciones para diferentes grupos de talla usando el test de Wilcoxon-Mann-Whitney. 48

Tabla 13: Constantes de la regresión alométrica ($Y=aP^b$) entre el peso seco (g) y la tasa de aclaramiento ($\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$) de la concha de abanico de diferentes tallas en las diferentes áreas de repoblamiento en invierno y verano. 51

Tabla 14. Resultados del test Kruskal-Wallis usado para comparar las tasas de aclaramiento estandarizadas ($\text{L} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de la concha de abanico entre áreas en la estación de invierno y verano. 56

Tabla 15. Valores Rho de la correlación de Spearman entre las tasas fisiológicas de la concha de abanico y algunos factores bióticos y abióticos iniciales tomados durante los experimentos. 60

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Anatomía externa de la concha de abanico (<i>Argopecten purpuratus</i>).	4
Figura 2. Anatomía interna de la concha de abanico (<i>Argopecten purpuratus</i>).	8
Figura 3. Mapa de ubicación de las áreas experimentales en la Bahía de Sechura.	22
Figura 4. Respirómetros empleados en la determinación de las tasas de consumo de oxígeno y aclaramiento de la concha de abanico en la Bahía de Sechura.	24
Figura 5: Representación esquemática de las cámaras de respiración o respirómetros empleados en la investigación.	25
Figura 6. Tasas de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) promedio de <i>A. purpuratus</i> de cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura en invierno y verano.	33
Figura 7. Tasa de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) por grupo de tallas de la concha de abanico <i>A. purpuratus</i> en invierno y verano y en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.	34
Figura 8. Tasa de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1}$) A) en relación a la talla (mm) y B) h^{-1} en relación al peso (g) de la <i>A. purpuratus</i> en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.	38
Figura 9. Tasa de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1}$) A) en relación a la talla (mm) y B) en relación al peso (g) de <i>A. purpuratus</i> en la Bahía de Sechura.	39
Figura 10. Tasas de consumo de oxígeno estandarizadas ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de la <i>Argopecten purpuratus</i> en cuatro áreas de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.	41
Figura 11. Tasa de aclaramiento ($\text{Lh}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) promedio de <i>A. purpuratus</i> de cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura en invierno y verano.	46

Figura 12: Tasa de aclaramiento ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) por grupo de tallas de la concha de abanico *A. purpuratus* en invierno y verano y en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.

49

Figura 13: Tasa de aclaramiento A) $L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ en relación a la talla y B) $L \cdot h^{-1}$ de la *A. purpuratus* en relación al peso de la *A. purpuratus* en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.

52

Figura 14. T Tasa de aclaramiento A) $mgO_2 \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ en relación a la talla y B) $mgO_2 \cdot h^{-1}$ en relación al peso de *A. purpuratus* en la Bahía de Sechura.

53

Figura 15. Tasas de aclaramiento estandarizadas ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) de la *Argopecten purpuratus* en cuatro áreas de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.

55

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Barrancos para la estación de invierno.	78
Anexo 2. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Barrancos para la estación de verano.	79
Anexo 3. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Vichayo para la estación de invierno.	81
Anexo 4. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Vichayo para la estación de verano.	83
Anexo 5. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Parachique para la estación de invierno.	85
Anexo 6. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Parachique para la estación de verano.	86
Anexo 7. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Las Delicias para la estación de invierno.	88
Anexo 8. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Las Delicias para la estación de verano.	90
Anexo 9. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar el consumo de oxígeno promedio ($\text{mg O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de la concha de abanico de diferentes tallas en cuatro áreas de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.	92
Anexo 10. Resultados del test de Wilcoxon-Mann-Whitney usado para comparar las tasas de consumo de oxígeno específicas ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de la <i>A. purpuratus</i> entre dos estaciones del año en diferentes grupo de tamaño para cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.	94

Anexo 11. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar las elevaciones y pendientes de la relación entre la tasas de consumo de oxígeno específicas ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) y diferentes tallas de la <i>A. purpuratus</i> (Figura 8A).	95
Anexo 12. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar las elevaciones y pendientes de la relación entre la tasas de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}$) y diferentes pesos de la <i>A. purpuratus</i> (Figura 9B).	96
Anexo 13. Tasas de consumo de oxígeno estandarizadas ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de la <i>A. purpuratus</i> en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.	97
Anexo 14. Resultados de la comparación de la tasa de consumo de oxígeno estandarizada de la concha de abanico entre estaciones del año para diferentes áreas usando el test de Wilcoxon-Mann-Whitney.	97
Anexo 15. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Barrancos para la estación de invierno.	98
Anexo 16. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Barrancos para la estación de verano.	99
Anexo 17. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Vichayo para la estación de invierno.	100
Anexo 18. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Vichayo para la estación de verano.	101
Anexo 19. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Parachique para la estación de invierno.	102
Anexo 20. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Parachique para la estación de verano.	103
Anexo 21. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Las Delicias para la estación de invierno.	104

Anexo 22. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Las Delicias para la estación de verano.	105
Anexo 23. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar la tasa de aclaramiento promedio ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) de la concha de abanico de diferentes tallas en cuatro áreas de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.	106
Anexo 24. Resultados del test de Wilcoxon-Mann-Whitney usado para comparar las tasas de aclaramiento específicas ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) de la <i>A. purpuratus</i> entre dos estaciones del año en diferentes grupo de tamaño para cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.	108
Anexo 25. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar las elevaciones y pendientes de la relación entre la tasas de aclaramiento específicas ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) y diferentes tallas de la <i>A. purpuratus</i> (Figura 13A).	109
Anexo 26. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar las elevaciones y pendientes de la relación entre la tasas de aclaramiento ($L \cdot h^{-1}$) y diferentes pesos de la <i>A. purpuratus</i> (Figura 13B).	110
Anexo 27: Tasas de aclaramiento estandarizadas ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) de la <i>A. purpuratus</i> en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.	111
Anexo 28: Resultados de la comparación de las tasas de aclaramiento estandarizadas de la concha de abanico entre estaciones del año para diferentes áreas usando el test de Wilcoxon-Mann-Whitney.	111

RESUMEN

La producción de concha de abanico ha experimentado un crecimiento importante en los últimos años en la Bahía de Sechura. Sin embargo se desconoce si este incremento en la producción ha sobrepasado la capacidad de carga productiva en la Bahía. La estimación de la capacidad de carga productiva requiere conocer las tasas de consumo de oxígeno (TCO) y aclaramiento (TA), aspectos poco estudiados hasta la fecha. En este contexto, se planteó la determinación *in situ* de estas tasas fisiológicas en cuatro áreas de repoblamiento dentro de la Bahía de Sechura durante las estaciones de invierno (Agosto de 2013) y verano (Febrero de 2014) para cuatro grupos de tamaño de *Argopecten purpuratus*. Para este propósito, se empleó un set de respirómetros instalado en el fondo marino y se realizaron 4 réplicas para cada tamaño y área. El oxígeno disuelto y la temperatura se registraron con un data logger y se tomaron muestras de agua para cuantificar el fitoplancton. Los resultados mostraron una relación alométrica entre las tasas específicas y el peso, siendo para invierno $TCO (mgO_2 \cdot h^{-1}) = 1.149 \times P^{0.617}$ y $TA (L \cdot h^{-1}) = 0.898 \times P^{0.369}$ y para verano $TCO = 1.127 \times P^{0.680}$ y $TA = 1.163 \times P^{0.339}$. No se encontraron diferencias significativas entre las curvas de ajuste entre áreas ni por estación del año. Las tasas de consumo de oxígeno estandarizadas para invierno y verano en Barrancos fueron 1.266 y 1.053 $mg O_2 \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$, en Vichayo 1.084 y 1.525 $mg O_2 \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$, en Parachique 1.413 y 1.105 $mg O_2 \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ y en Las Delicias 1.167 y 1.273 $mg O_2 \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ respectivamente. No se detectaron diferencias significativas entre áreas en invierno pero sí en verano para tres áreas. Las tasas de aclaramiento estandarizadas para invierno y verano en Barrancos fueron 0.889 y 0.852 $L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$, en Vichayo 0.529 y 1.412 $L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$, en Parachique 0.840 y 0.992 $L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ y en Las Delicias 0.661 y 1.388 $L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ respectivamente. Dos áreas presentaron diferencias significativas entre estaciones del año. La comparación entre áreas resultó significativa en verano para las tasas de aclaramiento. Se obtuvieron muy bajas correlaciones entre las tasas fisiológicas y los factores abióticos indicando que las fluctuaciones estacionales de estos procesos fisiológicos estarían más relacionados con el estado reproductivo, la diferencia de salinidad y/o con la capacidad adaptativa a cambios térmicos.

Palabras claves: Concha de abanico, *Argopecten purpuratus*, Tasa de consumo de oxígeno, tasa de aclaramiento, Bahía de Sechura.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la producción de *Argopecten purpuratus* “conchas de abanico” es una actividad de suma importancia en términos socioeconómicos y se ha incrementado aceleradamente en las últimas décadas debido a su gran demanda en los mercados internacionales (Mendo *et al.*, 2008). Una de las zonas más importantes que sustenta las exportaciones de concha de abanico en el país es la Bahía de Sechura en la Región Piura cuya producción se basa principalmente en el cultivo de fondo en las llamadas “áreas de repoblamiento” (Gonzales *et al.*, 2012). Esta región ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años sin embargo, esta actividad ha significado una siembra masiva sin sustento técnico que podría poner en riesgo su sostenibilidad. (Mendo *et al.*, 2011).

Es conocido que la sobrecarga de las zonas de cultivo puede alterar el equilibrio natural de la Bahía en aspectos como calidad química de aguas y fondo, equilibrios sedimentarios y condiciones físicas que podrían significar una pérdida de la productividad de la Bahía (Boynton *et al.*, 1980, Dame *et al.*, 1980 citados por Uribe y Blanco, 2001). Desde este punto de vista ecológico el registro de los principales procesos fisiológicos en los organismos es un paso indispensable para entender las relaciones del organismo con el medio.

En este contexto, la determinación *in situ* de los requerimientos energéticos, ecología y fisiología de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* es importante para conocer los flujos energéticos que pueden ser usados en la estimación de la capacidad de carga en términos productivos y ecológicos (Phillipson, 1975; Flores, 2012).

Es por ello que en esta investigación se pretenden estimar las tasas de consumo de oxígeno y aclaramiento de la concha de abanico considerando además de su tamaño, diferentes hábitats que representan las áreas más comunes usadas en el repoblamiento en la Bahía de Sechura y en dos diferentes estaciones del año, invierno y verano. Así también, determinar la relación entre las tasas de consumo de oxígeno y aclaramiento y el tamaño del organismo y compararlas por áreas y estación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. BAHÍA DE SECHURA

La Bahía de Sechura (Fig. 3) está ubicada al norte de Perú, en la zona occidental del departamento de Piura, entre los paralelos 5° 18'46" y 5° 50'33". Es una de las bahías semi protegidas (lado sur) más extensa del mar peruano, cuyo límite al norte en Punta Gobernador y al sur Punta Aguja, tiene una extensión aproximada de 89 km, su borde costero se caracteriza por extensas playas arenosas, humedales como los manglares San Pedro, Palo Parado y estuario de Virrilá (IMARPE, 2012).

La Bahía de Sechura es un área marina calificada para el desarrollo de actividades de maricultura que incluyan las fases de captación de larvas planctónicas, re-cría, engorde y cosecha; así como de investigación, poblamiento o repoblamiento. Desde el 2003 las organizaciones sociales de pescadores artesanales de Sechura han incorporado las técnicas de poblamiento o repoblamiento por la creciente demanda del recurso concha de abanico, haciendo uso de los recursos y áreas del banco natural de Sechura e Islas Lobos de Tierra. Sin embargo, el desarrollo de las áreas de repoblamiento ha traído como consecuencia interferencias con las actividades tradicionales de pesca u extracción en el área geográfica de la bahía, motivando conflictos entre los propios pescadores artesanales y extractores de moluscos (IMARPE, 2007).

Por su ubicación, su gran extensión y configuración de costa, está considerada como una bahía vulnerable a cambios en las variables físicas y biogeoquímicas debido a los efectos que pueden producir el desplazamiento horizontal de las corrientes marinas y surgencia de masas de agua, frente a Punta Falsa, principalmente en época de verano (IMARPE, 2012).

En condiciones normales la Bahía de Sechura es abastecida principalmente por Aguas Costeras Frías que ingresan por la capa subsuperficial, aflorando en la zona central. En superficie el rango de temperatura fluctúa entre 15 y 24 °C, la salinidad de 34.8 a 35.3 ups, el oxígeno disuelto en el agua de 2 a 5.5 ml/L. Por lo general, la capa subsuperficial presenta

valores menores a los de superficie. Respecto a los nutrientes los fosfatos presentan un rango de 1 a 3.5 $\mu\text{mol/L}$, silicatos 5 a 35 $\mu\text{mol/L}$ y nitratos 5 a 30 $\mu\text{mol/L}$ (Morón *et al.*, 2006).

2.2. ASPECTOS GENERALES DE LA CONCHA DE ABANICO

2.2.1. TAXONOMÍA

La posición sistemática de *Argopecten purpuratus* de acuerdo con Peña (2001):

- Phylum: Mollusca
- Clase: Bivalvia
- Subclase: Pteriomorpha
- Superorden: Eupteriomorpha
- Orden: Ostreoida
- Suborden: Pectinina
- Superfamilia: Pectinacea (Rafinesque 1815)
- Familia: Pectinidae (Rafinesque 1815)
- Género: *Argopecten* (Monterosato 1889)
- Especie: *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819)



Figura 1: Anatomía externa de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*). (Tomado de Uribe *et al* (2008).

2.2.2. DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

La concha de abanico *Argopecten purpuratus* se encuentra en bahías poco profundas desde Paita, Perú hasta Valparaíso, Chile (Bore y Martínez, 1980 citado por Cantillanez *et al.*, 2005; Peña, 2001). Los bancos naturales se distribuyen desde la Bahía de Sechura a la Bahía Tongoy, bahías generalmente abiertas hacia el norte. Las poblaciones más importantes en términos de biomasa y productividad son las que se localizan en Bahía Sechura, Isla Lobos de Tierra, las Bahías Independencia, Mejillones y Tongoy. Poblaciones menores están localizadas en las bahías de Samanco, Tortugas y en el norte del Perú y en las bahías de Arica, Iquique e Inglesa en el norte de Chile; en todas estas áreas las mayores densidades se encuentran entre los 5 y 30 m de profundidad (Salazar, 1978; Alarcón & Wolf, 1991; Stotz & González, 1997; Navarro *et al.*, 1991; Rubio *et al.*, 1997; Wolff y Mendo, 2000; Uribe 2002 citados por Uribe *et al.*, 2008).

Se encuentra principalmente en aguas costeras, formando parte de la comunidad bentónica (Brand, 1991) a una profundidad comprendida entre los 5 y los 40 metros (Mendo *et al.*, 2011). Habita en fondos de arena, sedimento, fango y conchuela (Grau, 1959; Rombouts, 1991 citados por Peña, 2001; Mendo *et al.*, 2001), prefiriendo fondos de arena y escasa corriente (Avendaño y Cantillánez, 2005). Este molusco se encuentra en bahías que poseen temperaturas que varían entre 12 y 20° C en el transcurso de año, fluctuaciones de oxígeno entre 1 a 5 ppm, salinidad de 34 ‰, corrientes no mayores a 10 m/min (Navarro *et al.*, 1991 citados por Uribe *et al.* 2008; Avendaño; 1993 citado por Avendaño y Cantillánez, 2005).

2.2.3. ASPECTOS BIOLÓGICOS

a. ANATOMÍA EXTERNA

Se caracteriza por poseer una concha grande, sólida, circular, con valvas subiguales, ambas convexas, la izquierda más que la derecha, es más larga que alta (Relación: $\text{Altura/Longitud} = 0.906 \pm 0.004$), con altura máxima de 160 mm (Di Salvo *et al.*, 1984 y Peña, 2001). Poseen entre 22 a 29 costillas por valva que irradian desde el umbo, orejas casi iguales, escotadura bisal amplia y profunda, umbos ortogiros, contorno circular y periostraco opaco. La coloración externa muy variada que va desde el blanco al marrón, pasando por tonalidades de amarillo, anaranjado, rozado y púrpura que ha caracterizado la especie. Muchas veces estos colores se distribuyen irregularmente y en las líneas concéntricas de crecimiento generalmente cambian de tonalidades y ocasionalmente de colores. La coloración interna de las valvas, son de un blanco reluciente con bandas concéntricas de colores, generalmente marrón y púrpuras (Avila *et al.*, 1994 y Peña, 2001) (Fig. 1).

b. ANATOMÍA INTERNA

Las características internas que más sobresalen en relación con el resto de los bivalvos son el músculo y la gónada (Avila *et al.*, 1994). El músculo aductor es muy desarrollado y está compuesto de dos partes, la porción anterior encargada de contraer rápidamente las valvas (porción motora que da impulso en la natación) y la parte posterior que se encarga de mantener cerrada las valvas (Fig. 2).

La gónada es una estructura unida a la masa visceral en torno al músculo aductor, en la que se distingue una porción proximal que corresponde a la parte masculina de color cremoso en estado maduro y la parte distal corresponde a la femenina de color anaranjado en similar condición. Esta, rodea parte del tubo digestivo, y está formada por numerosos canales terminados en una fina trama de folículos no presenta papila genital diferenciada (Pérez y Román, 1987; Avila *et al.*, 1994).

El manto es delgado, transparente, surcado de nervios y vasos sanguíneos, rodeado a las paredes blandas constituyendo la cavidad paleal. La región marginal del manto es gruesa, bien pigmentado con numerosos tentáculos y ócelos pequeños de color verde brillante. El manto es de gran importancia en la respiración y formación de la concha (Jara, 2000).

El pie es pequeño y cilíndrico, se encuentra atrofiado pues esta especie no se entierra en la arena, en el pie se encuentra ubicada la glándula del biso, que cumple un rol importante en la etapa juvenil mientras vive sujeto en un sustrato.

El aparato digestivo, está formado por la boca rodeada por los palpos labiales, posee un corto esófago el cual se estrecha al conectarse con el estómago que es de forma ramificada, con pliegues (Yaryes, 1986).

El aparato respiratorio está compuesto por branquias que además de la función respiratoria, han asumido la función de atrapar material alimenticio, cuando el agua marina ingresa al manto, pasa sobre la superficie de los ctenidios donde las sustancias alimenticias en suspensión son cubiertas por un mucus y la masa viscosa tomada es atraída hacia el palpo labial, donde se selecciona el verdadero alimento. Las partículas mayores y las sustancias no utilizables (pseudoheces) son eliminadas por la estría bisal, el verdadero alimento pasa luego al estómago, el cual está constituido principalmente por diatomeas y protozoario (Mendo *et al.*, 2011). Las branquias están formadas por cilios que impulsan el agua logrando que fluya de forma unidireccional, la corriente sanguínea va a contracorriente del flujo de agua permitiendo una mejor absorción del oxígeno del medio (Moyes *et al.*, 2007). Sharpey (1830,1836) citado por Jørgensen (1990) menciona haber reconocido los tres principales tractos ciliares en los filamentos branquiales; cilios frontales, cilios laterales y cilios laterofrontales, y su función en la producción de las corrientes de agua y en la colección de partículas alimenticias. Los cilios frontales son los encargados del transporte del alimento retenido hacia el margen de las branquias los cuales llevan las partículas hacia la boca, mientras que los cilios laterales producen las corrientes a través de los canales interfilamentosos de las branquias. Los cilios latero frontales actúan como filtros para retener las partículas del agua que pasan a través de las branquias (Silvestre & Sleight, 1984 citado por Riisgard, 1988).

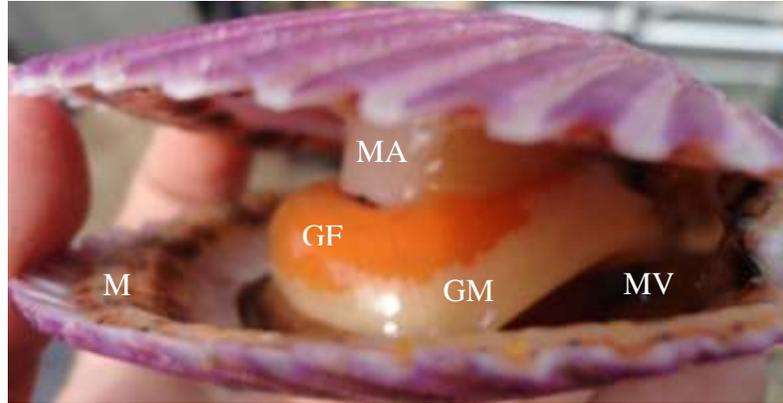


Figura 2: Anatomía interna de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) (MA: Músculo aductor (“tallo o callo”), GF: Gónada femenina (“coral”), GM: Gónada masculina, M: manto, MV: Masa visceral.

c. **BIOLOGÍA REPRODUCTIVA**

La concha de abanico al igual que otros bivalvos es una especie hermafrodita funcional, es decir presenta ambos sexos y las gónadas maduran de forma simultánea (Fig. 2).

Alcanza su primera madurez sexual a los 25 mm de altura (Mendo *et al.* 1989), aunque Disalvo *et al.* (1984) encuentran material gonadal en ejemplares de 13 mm de altura y a partir de esa talla se pueden observar gónadas desarrolladas durante todo el año. Cabrera (2011) encontró que las conchas de abanico en la Bahía de Sechura demostraron cambios en el peso de la parte somática y reproductiva a un nivel diario.

La *A. purpuratus* puede desovar continuamente durante todo el año con picos de desove durante febrero y mayo. Los periodos de máximo desove se encuentran estrechamente relacionados con factores abióticos del medio como lo es la temperatura, por lo cual se explica la existencia de un efecto positivo en la tasa de crecimiento y el desove durante las temporadas de primavera, verano y durante el evento El Niño en el sur del Perú. (Wolff 1988; Avendaño y Cantillánez 2005; Mendo *et al.*, 2011).

2.3. ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS

Los procesos metabólicos varían principalmente por estadios de vida, estado reproductivo, proceso de digestión y estado de salud, así como por la variación ambiental (temperatura, disponibilidad y composición de alimento, composición y variación fisicoquímica del agua entre otros) y puede ser registrado a través de los índices de consumo de oxígeno (CO), tasas de aclaramiento, excreción de amonio, tasas de ingestión, etc (Flores, 2012; Moschino y Marin, 2006; Rueda y Smaal, 2004; Christophersen, 2000).

La tasa metabólica varía con el estado funcional en el que se encuentre el organismo, así se han definido diferentes estados metabólicos entre los que se encuentra el estándar y el rutinal (Jørgensen, 1990). La tasa metabólica estándar o basal se define como la mínima cantidad de energía requerida para mantener las funciones vitales de un organismo inactivo, mientras que la tasa metabólica rutinal corresponde a la energía requerida para alguna actividad espontánea (Hill, 1980; Resgalla *et al.*, 2006). Según Jørgensen (1990) las definiciones de las tasas metabólicas estándar, rutinal y activa en bivalvos filtradores están basadas en la asunción de que el consumo de oxígeno refleja el costo energético de la alimentación y procesamiento de agua, y que estos costos energéticos pueden ser fisiológicamente regulados. Sin embargo, este mismo autor menciona que el análisis fisiológico de la relación entre metabolismo y filtración debe ser realizado con animales bajo óptimas condiciones, donde el agua es procesada a tasas que correspondan a la capacidad de bombeo natural.

Los procesos fisiológicos que componen el balance energético de un organismo se encuentran funcionalmente unidos y cualquier cambio que experimente uno de ellos afectará a uno o a todos los demás (Bayne, 1985 citado por Navarro y Torrijos, 1995). El estudio del balance energético de estos animales a través de la medición de sus tasas de ingestión, absorción, respiración y excreción permite estimar su crecimiento potencial bajo determinadas condiciones ambientales.

Interacciones estacionales de variables ambientales con la actividad de filtración y

respiración y el metabolismo de los bivalvos han sido bien documentados en diferentes especies. La disponibilidad de alimento y temperatura están entre los factores ambientales más influyentes en el crecimiento de los moluscos bivalvos. La temperatura regula numerosas funciones fisiológicas, como la actividad ciliar durante la alimentación por filtración, las tasas cardíacas y de crecimiento, el desarrollo gonádico, el gasto energético y la actividad metabólica de las enzimas (Kinne, 1970; Newell & Branch, 1980; MacDonald & Thompson, 1985; Thompson & MacDonald, 1991; Shpigel *et al.*, 1992 citados por Gonzalez, 2010).

El efecto de la cantidad de alimento sobre el balance energético en bivalvos ha sido ampliamente estudiado (Thompson y Bayne, 1972, 1974; Widdows, 1978; Griffiths, 1980; Navarro y Winter, 1982; Schurink y Griffiths, 1992 citados por Delgado *et al.*, 2002 e Iglesias *et al.*, 1992). Además de estos factores ambientales, existen factores endógenos, entre los que destaca el tamaño de los individuos, que ejercen una gran influencia en el balance energético de estos animales (Delgado *et al.*, 2002). Esta variabilidad endógena se considera una característica básica en estudios metabólicos, ya que presenta una relación alométrica con los parámetros fisiológicos, y su factor de la varianza se usa para evaluar las tasas cuando el propósito es comparar los organismos de tamaño similar, pero que tienen diferentes pesos (Bayne *et al.*, 1985 citado por Resgalla, 2006).

2.3.1. CONSUMO DE ALIMENTO Y TASA DE ACLARAMIENTO

Los bivalvos filtradores se alimentan de la oferta de alimento (seston) que se encuentra en suspensión a unos pocos centímetros sobre el fondo. Retienen partículas orgánicas en suspensión del agua circundante por medio del sistema ciliar en los filamentos branquiales (Laudien *et al.*, 2006 y Vahl, 1973). Hacen pasar una corriente de agua a través de sus branquias, donde el alimento es colectado y llevado al sistema digestivo mediante transporte ciliar (Navarro, 2001).

Existen muchos estudios realizados sobre la alimentación en moluscos bivalvos. Sin embargo, no existe una estandarización específica de las unidades con las que se mide la actividad alimenticia de los bivalvos. Al respecto López (2003) reporta que las unidades de medición más comúnmente utilizadas para estudiar la actividad alimenticia son:

Tasa de filtración: Cantidad de material colectado o removido del agua por un organismo filtrador, por unidad de tiempo. (Wong *et al.*, 1997, Velasco y Navarro, 2005).

Tasa de aclaramiento: Volumen de agua liberada de partículas por unidad de tiempo (litros/hora) que se ha estimado midiendo la remoción de partículas suspendidas del agua en circulación a través de cámaras experimentales que contienen bivalvos individuales. (Velasco y Navarro, 2005; Widdows y Johnson, 1988).

Tasa de bombeo (ventilación): Volumen total de agua que es transportada a través de las branquias por un organismo filtrador, por unidad de tiempo (Shumway, 1991).

Tasa de ingestión: Cantidad de material que es ingerido al tracto digestivo por un organismo filtrador, por unidad de tiempo (Brey, 2001; Navarro y González, 1998).

Existen dos metodologías para la medición de la actividad alimentaria, (1) el método directo separa y mide el flujo inhalante y exhalante en moluscos sifonados (Owen, 1974) conocido como “tasa de bombeo” y (2) el método indirecto que se basa en la remoción de

partículas en un volumen de agua (Coughlan, 1969). La actividad filtradora se relaciona con la capacidad alimentaria mediante la cual estos organismos adquieren energía del medio. Esta actividad alimentaria se determina mediante la tasa de aclaramiento, término que no debe confundirse con la tasa de bombeo o volumen de agua que pasa a través de la cavidad del manto, que tan sólo es equivalente a la tasa de aclaramiento cuando la eficiencia de retención de las partículas sea del 100%. (Bayne *et al.* 1976a; Newell, 1979, citado por Filgueira, 2007; Bayne y Newell, 1983).

La cantidad de alimento consumido por los filtradores está determinado no solo por la tasa de filtración sino también por la eficiencia de retención de partículas (Riisgard, 1988). En las branquias la retención de partículas se da principalmente de acuerdo al tamaño (Brillant y Macdonald, 2000). Los bivalvos son capaces de retener partículas de 3-4 μm con una eficiencia del 100 %, esta eficiencia suele ser menor en pectínidos, reduciéndose gradualmente con la disminución del tamaño de partículas (entre 35-90% para partículas de 2 μm) (Møhlenberg y Riisgard, 1978). Schulte (1975) reporta haber encontrado la misma relación entre la cantidad de alimento y la tasa de aclaramiento, mencionando que en los casos que se utilizaron concentraciones algales muy altas, a menudo se encontraron valores muy bajos e incorrectos. En un estudio realizado con *Placopecten magellanicus* por Pilditch y Grant (1999, citados por Chávez 2009), encontraron que a un flujo constante, las tasas de aclaramiento disminuyeron significativamente al aumentar las concentraciones de fitoplancton. Esto pudo deberse a que el mecanismo de filtración de los animales se vio perturbado por la sobrecarga de partículas en suspensión (Schulte, 1975 para *Mytilus edulis*; Laing, 2004 para *Pecten maximus*). Por el contrario se ha demostrado que la reanudación de la actividad de filtración máxima en respuesta a concentraciones algales bajas durante periodos en los cuales el alimento está completamente ausente, ha demostrado ser rápida para varias especies de bivalvos (Riisgard, 2003).

Según Shumway *et al.* (1991) indican que la selección de partículas parece no solo estar basada en el tamaño de partículas sino en otras características. Jørgensen (1990) afirma que los bivalvos retienen el material suspendido independientemente de que estas partículas tengan valor alimenticio. Sin embargo Brilliant & MacDonald (2000) citados por

Jørgensen (1990) mencionan que la selección de partículas es una estrategia utilizada por los filtradores para mejorar la calidad de alimento consumido y por tanto la ganancia de energía. Esta selección puede ocurrir en las branquias, palpos labiales e incluso en el estómago. En las branquias la selección es principalmente de acuerdo al tamaño, los palpos labiales son capaces de seleccionar partículas de acuerdo a su contenido nutricional. Esta habilidad de ingerir preferentemente partículas de valor nutricional y de rechazar partículas no nutritivas mediante la producción de pseudoheces ha sido mencionada por algunos autores (Newell y Jordan, 1983; Cranford y Gordon, 1992 citados por Chávez, 2009). Sin embargo Levinton (2002, citado por Laing 2004) menciona que los bivalvos responden a estas diferencias en la composición química entre partículas cambiando sus tasas de aclaramiento y selectividad.

Para Navarro (2001), otro factor que juega un rol importante en la eficiencia de retención de partículas es la concentración de alimentos. Aunque este factor aún no está totalmente entendido, se ha descrito que algunas especies de bivalvos reducen su capacidad de retención a medida que aumenta la concentración de alimento. Para Newell y Jordan (1983) y Shumway *et al.* (1987) los bivalvos son capaces de seleccionar partículas que van a ingerir y expulsar las que no ingieren en forma de pseudoheces y existe también una selección a nivel del estómago, digiriendo algunas especies y eliminando otras a través de las heces.

Rouillon *et al.* (2002) en la Bahía Independencia, no encontraron diferencias en el número de especies fitoplanctónicas ni número de células totales en la oferta alimenticia, como tampoco en contenidos estomacales entre individuos de *A. purpuratus* suspendidos a 5 y 15 metros de profundidad. Se asume por lo tanto que la distribución del fitoplancton fue homogénea en la columna de agua, por lo menos en los primeros 15 metros. Sin embargo, se observó una diferencia significativa entre las especies más abundantes en la oferta alimenticia y las más abundantes en el contenido estomacal. Al respecto los autores sugieren que las *A. purpuratus* podría estar ingiriendo el alimento con cierto criterio selectivo o digiriendo con preferencia alguna especie con respecto a otra.

Por otro lado, Filgueira (2007) indica que la tasa de aclaramiento es dependiente del efecto que ejercen diferentes factores, tanto endógenos, tamaño y ciclo reproductivo de los individuos, como exógenos, dentro de los cuales destacan principalmente la temperatura del medio y las características del seston disponible.

La calidad de alimento, concentración, tamaño de partícula y presencia de algas tóxicas regulan las tasas de aclaramiento e ingestión (Vahl, 1972, 1973; Winter, 1978; Riisgård 1988; Bricelj y Shumway, 1991, Cranford, 1995; Bacon *et al.* 1998, MacDonald *et al.* 1998 citados de Christophersen, 2000). El ciclo reproductivo también ejerce un efecto significativo sobre la tasa de aclaramiento (TA). Así, durante la época de puesta se observa una reducción significativa de la TA (Jørgensen *et al.* 1986; Newell y Thompson, 1984; Famme *et al.* 1986, estos últimos citados por Filgueira, 2007) que ha sido interpretado como un mecanismo adaptativo para evitar la ingestión de los gametos expulsados al medio. Por lo tanto, el efecto que provoca el ciclo reproductivo sobre la tasa de aclaramiento es difícil de segregar de los efectos derivados específicamente de los factores ambientales puesto que, en el medio natural existe una correlación significativa entre alimento disponible y ciclo reproductivo. El efecto de la temperatura sobre la tasa de aclaramiento ha sido ampliamente estudiado (Flores ,2012; Balducci y Mendo, 2010; Jiang *et al.*, 2008a; Jiang *et al.*, 2008b; Järnegren y Altin, 2006; Inoue y Yamamuro, 2000; Haure *et al.*, 1998; Navarro y Torrijos, 1995; Bougrier *et al.*, 1995; Mac Donald y Thompson, 1986), indicando que existe un incremento de esta tasa fisiológica con la temperatura hasta un máximo por encima del cual se produce un descenso relativamente rápido.

2.3.2. CONSUMO DE OXÍGENO

Los organismos filtradores, como los bivalvos, poseen modificaciones branquiales en forma de láminas finas provistas de cilios que crean corrientes de agua que facilita el intercambio gaseoso y la obtención de partículas alimenticias en suspensión, sin embargo las corrientes alimenticias a menudo se derivan de las corrientes respiratorias, es decir las estructuras alimenticias han evolucionado de las estructuras respiratorias originales (Jørgensen *et al.* 1986).

La cantidad de oxígeno disuelto es uno de los principales factores que limitan la productividad de la piscicultura, debido a que este gas es esencial no sólo para los procesos vitales, sino también porque su disponibilidad en el cuerpo de agua determina la conversión alimenticia de la especie cultivada (Iwama *et al.*, 1997). Es ampliamente conocido que un incremento en la ventilación reduce la energía disponible para procesos metabólicos como el crecimiento; por lo tanto, una menor disponibilidad de este elemento ocasiona disminución en la productividad de los cultivos (Peñuela *et al.*, 2007).

La respiración se puede definir como la energía perdida por el organismo en forma de calor y es parte de la energía asimilada proveniente de los alimentos, que es convertida a calor directamente o mediante trabajo mecánico. Células y organismos son sistemas altamente ordenados y complejos por lo que el mantenimiento de sus estructuras requiere una continua inversión de energía. La respiración puede ser medida tanto por vía directa (producción de calor) como por vía indirecta (consumo de oxígeno) (Brey, 2001).

El oxígeno disuelto es un factor regulador metabólico en los organismos acuáticos, que puede limitar la capacidad metabólica y consecuentemente la producción de biomasa (Rosas *et al.*, 1998). Es conocido, que el consumo de oxígeno es un reflejo de la tasa metabólica del organismo acuático en diferentes situaciones y generalmente se mide, mediante la determinación de consumo de este gas en un respirómetro (De Boeck *et al.*, 2000 y Hernández *et al.*, 2007).

Este proceso fisiológico puede estar influenciado por diversos factores, tanto endógenos como exógenos. Entre los factores más estudiados se pueden citar el estado reproductivo, temperatura, salinidad, oferta de alimento y tamaño corporal (Navarro, 2001). El peso es el factor endógeno más significativo que afecta el consumo de oxígeno (MacDonald *et al.*, 2006 con referencias de Newell *et al.*, 1976). El consumo de oxígeno se incrementa con el tamaño y decrece por unidad de masa (Bertalanffy, 1957; Prosser, 1986 citado por Flores 2012). Boyd (1990 citado por Ocampo 1994) señala que el efecto de la temperatura en el consumo de oxígeno de un organismo acuático se comporta de la siguiente manera: La tasa consumo de oxígeno se incrementa con la temperatura hasta un máximo característico de la especie, la tasa de consumo es mantenida en un intervalo de temperatura y el consumo disminuye conforme la temperatura se incrementa. El efecto de la temperatura en la tasa específica de consumo de oxígeno para cada estadio de desarrollo es evidente (Peñuela *et al.*, 2007) un incremento de este factor acelera la mayoría de procesos fisiológicos, en este caso la tasa de consumo de oxígeno (Wayne, 1972; Griffiths y Griffiths 1987 citado por Flores, 2012).

El consumo de oxígeno es inversamente proporcional al tamaño de los organismos, cuando se calcula sobre la base de peso (Mane ,1975 citado por Taware *et al.* 2012). El comportamiento inverso entre las tasas específicas fisiológicas y el tamaño de los organismos es también un hecho bien conocido en los bivalvos que se alimentan de material en suspensión, con una mayor tasa específica en el organismo más pequeño (Bayne y Newell, 1983 citado por Resgalla *et al.* 2007). La mejor explicación para este hecho es que durante el crecimiento, las tasas fisiológicas aumentan menos que la masa corporal, ya que hay un aumento desproporcionado en tejidos bajos de metabolismo, tales como los tejidos de soporte y grasos (Zuim, 1973 citado por Resgalla *et al.* 2007).

La condición de baja cantidad de oxígeno disuelto es conocida como hipoxia y puede ser debido al corte del abastecimiento de oxígeno en el fondo o cuando la tasa de consumo excede la oferta de oxígeno disuelto. El punto en que algunos animales comienzan a estresarse varía, pero generalmente los efectos aparecen cuando el oxígeno baja a menos

de 2mg/L (Diaz, 2000). Según Mendo y Wolff (2003) valores menores a 1mg/L de oxígeno disponible son críticos para el desarrollo de invertebrados marinos.

2.4. RELACIÓN ALOMÉTRICA ENTRE TASAS FISIOLÓGICAS Y TAMAÑO

El efecto del tamaño del individuo sobre la tasa fisiológica se rige por una relación alométrica ($TF = aX^b$), donde a y b son los parámetros de las ecuaciones alométricas, denominados respectivamente constante de normalización y exponente alométrico y X es la talla o el peso corporal (Filgueira, 2007). La significancia biológica de los valores de a y b que se obtienen al momento de realizar el ajuste del modelo que relaciona tasas fisiológicas con el tamaño corporal, ha sido discutido por varios autores. Alguno de ellos sólo los ven como parámetros de ajuste (Pereiro, 1982 citado por George, 1997).

La pendiente o valor b indica que el ritmo metabólico por unidad de peso corporal se hace más lento a medida que el tamaño del cuerpo aumenta y que el flujo de energía por unidad de masa corporal es mucho mayor en los individuos más pequeños. George (1997) explica que b representa la razón de cambio en el consumo de oxígeno por unidad de tiempo en función del peso y está ampliamente reportado como la relación alométrica entre masa corporal y metabolismo. Cummings y Graf (2010) indican que el exponente b refleja la variación alométrica con el tamaño. Este exponente alométrico representa la tasa de cambio de la variable dependiente (tasa fisiológica) en relación a la variable independiente, por lo que, conociendo su valor se puede corregir el efecto que las características morfológicas de los individuos ejercen sobre las tasas fisiológicas, es decir, estandarizar la tasa con el fin de hacerla comparable para individuos de diferentes tamaños (George, 1997). De acuerdo con Sroczyńska *et al.*, (2012) la determinación del exponente b es muy importante para la precisión del valor de la tasa estandarizada que se puede degradar de manera exponencial cuando el valor de b es bajo o sobreestimado.

Por otro lado la constante “ a ” es el parámetro que define el gasto metabólico por unidad de tiempo es decir, la tasa metabólica de un animal con 1 g de peso seco del tejido y está relacionado a la tasa estandarizada para el individuo de 1 gramo de peso seco y se toma como la tasa de aclaramiento absoluta. Esta aplicación del exponente ha provocado que el cálculo de las alometrías de las tasas fisiológicas estén ampliamente recogido en la bibliografía (Sroczyńska *et al.*, 2012, Resgalla *et al.*, 2007, Mao *et al.*, 2006, Resgalla *et*

al., 2006; Mao *et al.*, 2006; Velasco y Navarro, 2005, Haure *et al.*, 2003, Haure *et al.*, 1998; Navarro y Torrijos, 1995; Jones *et al.*, 2011; Hawkins *et al.*, 1987 citados por Filgueira, 2007 y McDonald y Thompson, 1986) (Tabla 1).

Jørgensen (1996) citado por Filgueira (2007) indica que las diferencias entre las relaciones alométricas para la misma especie evidencian una elevada variabilidad de respuesta que rechaza la hipótesis de existencia de una relación alométrica universal. Es así que las constantes alométricas se encuentran en un amplio rango de valores. (Tabla 1).

Bougrier *et al.* (1995) indican que para moluscos bivalvos, la relación entre la tasa fisiológica y el tamaño de los individuos se caracteriza por un valor del coeficiente alométrico menor que la unidad, lo que indica que los animales más pequeños filtran y consumen oxígeno proporcionalmente más que los animales de mayor tamaño. Esto se puede explicar por una relación de intercambio de superficie/masa y por la diferencia de las tasas de crecimiento durante la vida del animal.

Tabla 1: Tasas de consumo de oxígeno (TCO) ($\text{mgO}_2\text{h}^{-1}$ y $\text{mgO}_2\text{h}^{-1}\cdot\text{g}$) y aclaramiento (TA) (Lh^{-1} y $\text{Lh}^{-1}\text{g}^{-1}$) y constantes de la relación alométrica ($T=aP^b$) para bivalvos según la literatura.

Especie	TCO				TA				TEM. (°C)	Autor
	$\text{mgO}_2\text{h}^{-1}$	$\text{mgO}_2\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$	a	b	Lh^{-1}	$\text{Lh}^{-1}\text{g}^{-1}$	a	b		
<i>A. excavata</i>	0.21-0.76		0.12	0.88	10-53	nd	13.36	0.48	8	Järnegren y Altin (2006)
<i>A. purpuratus</i>	nd	0.73 y 3.12	0.68y 3.11	0.44 y 0.85		0.69 y 1.20	0.69 y 1.19	0.11 y 0.17	14.7 y 17.8	Chávez (2009)
<i>A. purpuratus</i>	nd	4.8-184.8***	nd	nd	0.144- 6.606	nd	nd	nd	17-22	Flores (2012)
<i>A. purpuratus</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	3.33	0.74		González (1995) citado por Uribe y Blanco (2001)
<i>A. purpuratus</i>		0.84	nd	nd	2.3-2.63	nd	1.5	0.44	24 ‰ salinidad	Navarro y Gonzalez(1998)
<i>Chamelea gallina</i>	*3-12.22	nd	22.16± 0.08	0.87±0 .11	0.30-0.42	nd	0.85±0.16	0.89±0. 21	16	Moschino y Marin (2006)
<i>Crassostrea gigas</i>	nd	0.14-0.30	nd	nd	nd	nd	4.82	0.44	5	Bougrier <i>et al.</i> (1995) citado por Sroczyńska <i>et al.</i> (2012)
<i>Crassostrea gigas</i>	nd	1.33	nd	0.8		3.83	nd	0.44	19	Haure <i>et al.</i> (2003)
<i>Crassostrea gigas</i>	nd	0.07-2.13	0.08- 1.72	0.46- 0.81		nd	0.51-0.40	0.60- 1.13	2.3-23.7	Mao <i>et al.</i> (2006)
<i>Meretrix meretrix</i>	nd	nd	nd	nd	0.28		0.47	0.63	10-22	Zhuang y Wang (2004)
<i>Musculista senhousia</i>	nd	0.45	nd	nd	nd	nd	nd	nd	5-10	Inoue and Yamamuro(2000)

Continuación de la Tabla 1

Especie	TCO				TA				TEM. (°C)	Autor
	mgO ₂ h ⁻¹	mgO ₂ h ⁻¹ .g ⁻¹	a	b	Lh ⁻¹	Lh ⁻¹ g ⁻¹	a	b		
<i>Mytilus chilensis</i>	nd	nd	nd	0.38-0.74	nd	nd	1.27-3.90	0.38-0.74		Winter (1976) citado por Povreau <i>et al.</i> (1999)
<i>Mytilus sp</i>	nd	**30.46±7.3-33.13±8.2	nd	nd	nd	1.44-1.70±0.2	nd	0.53	24	Anestis <i>et al.</i> (2010)
<i>Mytilus chilensis</i> y <i>Mulinia edulis</i>	0.25-0.67 0.21-0.64	nd	nd	0.44	nd	1.49-1.72 0.74-1	nd	nd	14	Velasco y Navarro (2003)
<i>Mytilus chilensis</i> y <i>Mulinia edulis</i>	nd	nd	nd	nd	0.22-1.90 0.08-4.97	nd	nd	0.5 y 0.61	9-16	Velasco y Navarro (2005)
<i>Ostrea edulis</i>	nd	0.23-1.78	0.756	0.825	nd	2.83-0.32	0.90	0.79	20	Haure <i>et al.</i> (1998)
<i>Pecten maximus</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	12.19	0.89	6-21	Laing (2004)
<i>Perna perna</i>	0.5-0.41	0.43-0.7	0.44	0.66	0.5-1.4	1.7-2.7	1.43	0.48	20± 2	Resgalla <i>et al.</i> (2006)
<i>Pinctada margaritifera</i>	nd	nd	nd	nd	25.10	nd	25.88	0.57	28	Povreau <i>et al.</i> (1999)
<i>Spisula subtruncata</i>	0.92		nd	0.7	3.96	nd	nd	0.58	6-8	Rueda y Smaal(2004)
<i>Styela clava</i>	0.01-0.42	0.05-1.11	nd	0.48-0.70	nd	nd	nd	nd	12-18	Jiang <i>et al.</i> (2008a)
<i>Yolda hyperborea</i>	nd	0.05	nd	0.73	nd	nd	nd	nd	-1	Stead y Thompson (2003)

* μmol/h

**μmol/g.h

***tasa específica para individuos de diferentes tallas

nd no se registraron datos

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio fue llevado a cabo en los meses de agosto 2013 (estación de invierno) y febrero 2014 (estación de verano) en cuatro áreas de repoblamiento dentro de la Bahía de Sechura localizada en la Región Piura.

Las estaciones experimentales se encontraron localizadas en Barrancos, Vichayo, Parachique y Las Delicias (Fig. 4). Todas las estaciones se ubicaron en áreas de repoblamiento de distintas asociaciones de pescadores, presenta diferentes profundidades y tipo de sustrato (Tabla 2).

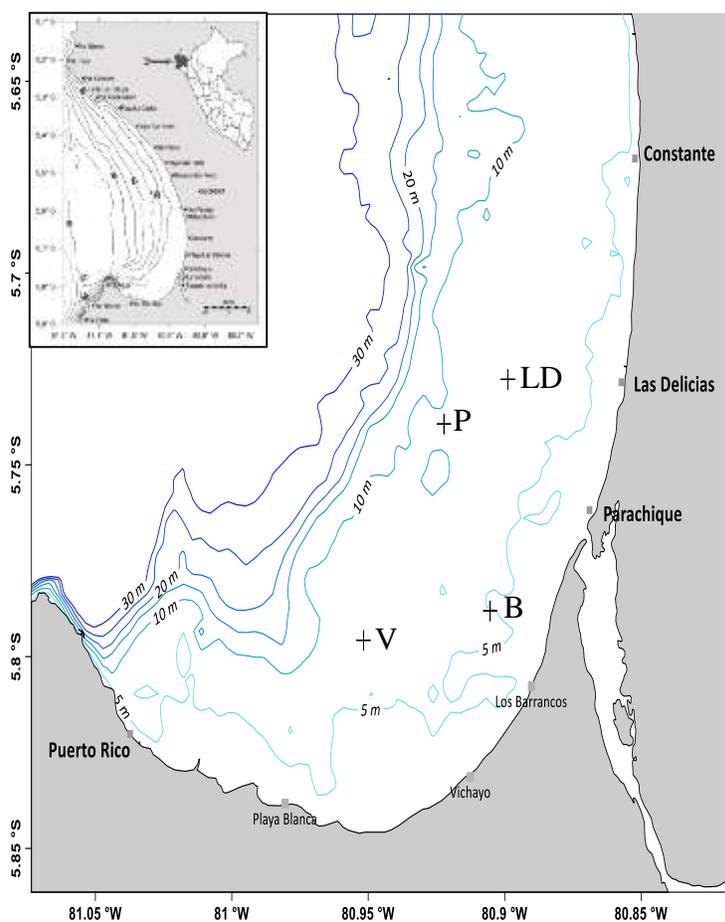


Figura 3: Mapa de ubicación de las áreas experimentales en la Bahía de Sechura (LD: Las Delicias, P: Parachique, V: Vichayo y B: Barrancos).

Tabla 2: Ubicación de las estaciones experimentales seleccionadas para el presente estudio en la Bahía de Sechura.

Nombre del lugar	Asociación de Pescadores	Coordenadas	Profundidad(m)
Las Delicias (LD)	Cajamar	5°43' 35.7" S 80°54' 32.4" W	6– 7
Parachique (P)	Beatita de Humay	5° 44' 27.9" S 80°55' 32.3" W	10 – 12
Vichayo(V)	Señor Cautivo	5°47' 39" S 80°57' 10.9" W	8 – 9
Barrancos (B)	Cristo es mi Fortaleza	5°47' 20.3" S 80°54' 17.3" W	5 – 6

3.2. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

Ejemplares de *Argopecten purpuratus*, fueron colectados aleatoriamente en una misma zona dentro de la Bahía de Sechura tanto para el experimento de invierno como el de verano. Se emplearon en total 64 individuos para cada experimento, 16 individuos por área. El experimento se realizó bajo cuatro grupos de tallas Grupo A de 25 a 55 mm, B: 60 a 75 mm, C: 75 a 80 mm y D: 90 mm a 105 mm, con el fin de determinar las tasas fisiológicas por cada tamaño Se realizaron cuatro repeticiones para cada experimento (Tabla 3).

Tabla 3: Diseño para cada experimento bajo los cuatro rangos de tallas y repeticiones para cada área de experimentación.

Barrancos				Vichayo				Parachique				Las Delicias			
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
R ₁															
R ₂															
R ₃															
R ₄															

Previo a la experimentación, los ejemplares colectados fueron limpiados cuidadosamente

para retirar sedimentos y epibiontes y posteriormente fueron medidos obteniéndose registros de altura valvar.

Las tasas fisiológicas fueron medidas dentro de un sistema cerrado de circulación de agua empleando una batería de cinco cilindros de acrílico o respirómetros de 7.2 litros aproximadamente. Cada respirómetro estaba provisto de un anillo de ajuste (o-ring) que impidió el intercambio de agua. El agua circulante fue conectado vía mangueras de silicona de 1cm de diámetro a una bomba sumergible de 30-40W de potencia, marca Cornet, modelo GEO-inline PLUS 12V de un flujo de $15\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ aproximadamente, para crear un sistema de recirculación. La energía empleada fue proporcionada por una batería de 11 placas de marca ETNA, a la que fue conectada una consola de mando con la que se controló el encendido de las bombas.

En cada respirómetro se colocó aleatoriamente un individuo de cada grupo de talla y también se colocó un almacenador de datos (data logger) de marca HOBO modelo U26-001 que registró oxígeno y temperatura a un intervalo de cinco minutos. Cuatro de los respirómetros conformaron el grupo de unidades experimentales y uno fue el grupo control (Fig. 4 y 5)

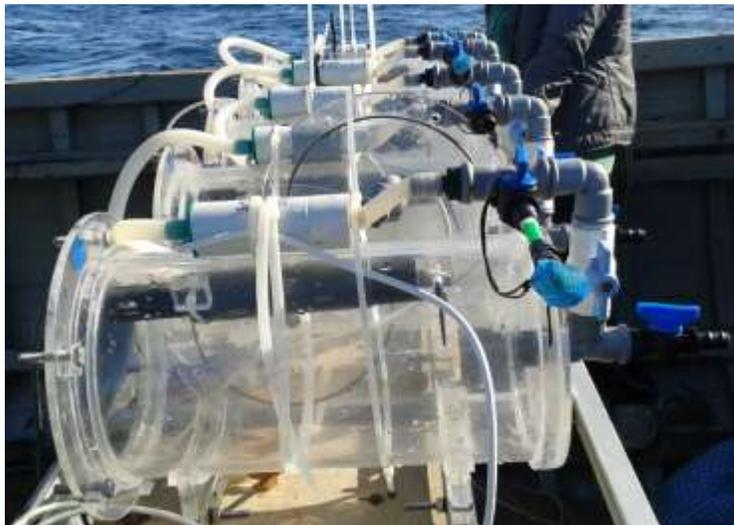


Figura 4: Respirómetros empleados en la determinación de las tasas de consumo de oxígeno y aclaramiento de la concha de abanico en la Bahía de Sechura.

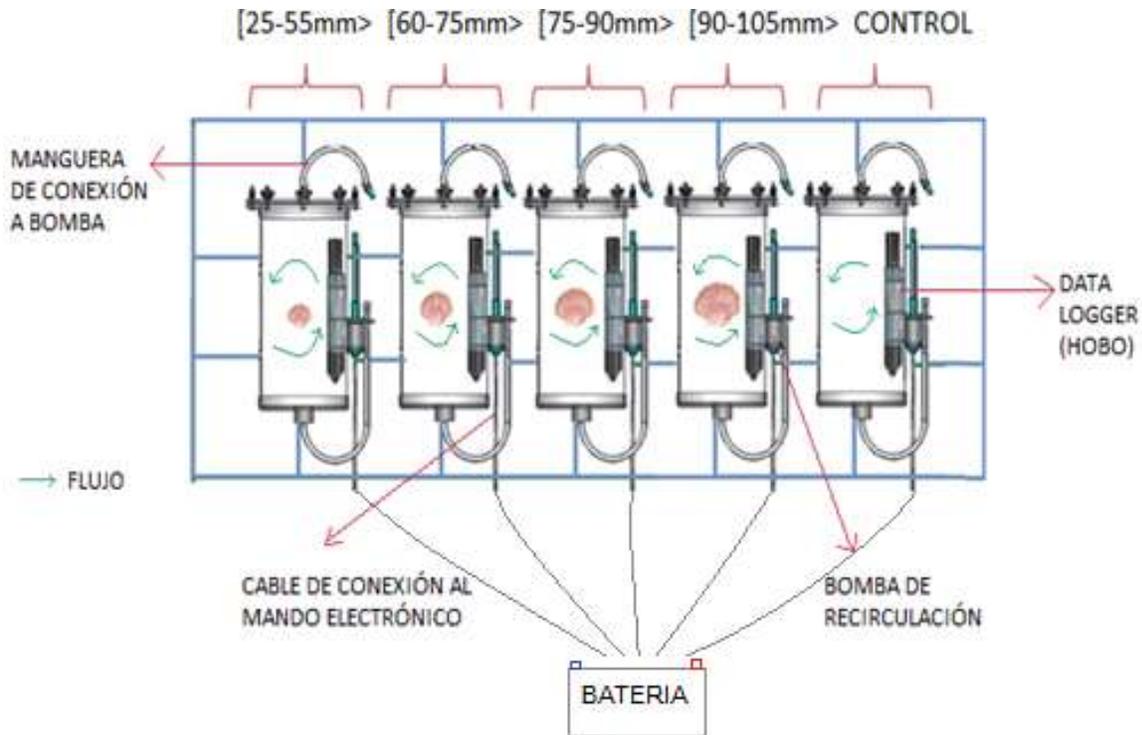


Figura 5: Representación esquemática de las cámaras de respiración o respirómetros empleados en la investigación.

El set de respirómetros fue colocado en el fondo del mar mediante un sistema de cuerdas para después activar las bombas de recirculación con las entradas de agua provistas de una malla nylon de 0.08mm de diámetro, la cual evitó la entrada de algún organismo que pudiera obstruir las mismas. Esto permitió lograr un sistema abierto con el fin de aclimatar a los organismos durante un periodo de 20 a 30 minutos aproximadamente antes de dar inicio al experimento. Posteriormente se tomó una muestra inicial de agua (100 ml) de cada respirómetro y se cerró el sistema, permaneciendo de este modo durante una hora. Después de este periodo de tiempo se tomó la muestra final de agua. Las muestras de agua se almacenaron en frascos plásticos de color ámbar y fueron conservadas en formol al 15% previo traslado al laboratorio para el análisis cuantitativo de fitoplancton (Reguera *et al.*, 2011).

3.3. DETERMINACIÓN DE LAS TASAS FISIOLÓGICAS

La tasa de consumo de oxígeno se determinó empleando los datos de concentración de oxígeno disuelto de las cámaras experimentales y del control con la ecuación de Widdows y Johnson (1988):

$$TCO = \frac{[(C_i - C_f) * V]}{\Delta T} - f$$

Donde TCO= Tasa de consumo de oxígeno ($\text{mlO}_2\text{h}^{-1}$), C_i = concentración de oxígeno en el tiempo cero ($\text{mlO}_2\text{.h}^{-1}$), C_f =Concentración de oxígeno al final del experimento ($\text{mlO}_2\text{.h}^{-1}$), V = Volumen de la cámara de prueba (L), ΔT =Intervalo de tiempo de prueba (h) y f =Factor de corrección en la cámara de control obtenido con la misma ecuación.

Por otro lado, el análisis de fitoplancton se realizó siguiendo la técnica de conteos celulares con cámaras Sedgewick Rafter. Este es un método tradicional de conteo apropiado para estimar la densidad celular en muestras de campo (Reguera *et al.* 2011). Estas concentraciones celulares se utilizaron para determinar la tasa de aclaramiento mediante la fórmula de Coughlan (1969):

$$TA = \frac{V * [(\text{Ln}C_{to} - \text{Ln}C_t) - (\text{Ln}C_{o'} - \text{Ln}C_{t'})]}{\Delta T}$$

Donde TA= Tasa de aclaramiento (L/hora), C_{to} = concentración inicial de células (cel/ml), C_t =Concentración de células al final del experimento (cel/ml), $C_{o'}$ es la concentración inicial de células del respirómetro control (cel/ml), $C_{t'}$ la concentración final de células del respirómetro control (cel/ml), V = Volumen del cilindro de prueba (L), ΔT =Intervalo de tiempo de prueba (hora).

3.4. ANÁLISIS DE MUESTRAS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Las conchas de abanico empleadas en el experimento fueron diseccionadas para obtener el músculo, vísceras y gónadas que fueron colocadas en bolsas plásticas de cierre hermético (ziploc) y trasladadas al Laboratorio de Recursos Hidrobiológicos de la Facultad de Pesquería de la UNALM para su análisis. Estas muestras fueron colocadas en un secador de marca MEMMERT a 60°C por 48 horas con la finalidad de obtener el peso seco de las partes blandas con ayuda de una balanza analítica.

Antes de realizar cualquier prueba estadística se aplicó previamente las pruebas de normalidad y homocedasticidad de Bartlett (Rius y Wärnberg, 2014), para determinar los métodos de análisis estadísticos, paramétricos o no paramétricos.

Las tasas de aclaramiento y consumo de oxígeno fueron obtenidas para cada individuo por grupo de tallas, para cada área y estación y fueron expresadas en tasas específicas ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ y $\text{L} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$). La comparación estadística entre grupo de tallas y por estación fueron realizadas mediante las pruebas de Kruskal-Wallis y Wilcoxon- Mann-Whitney.

La relación entre las tasas fisiológicas y el tamaño de los individuos fue comparada por áreas y estación y fue evaluada mediante la comparación de elevaciones y de pendientes de cada curva generada.

Para evitar la variabilidad en las tasas de consumo de oxígeno y aclaramiento, causada por las diferencias de las tallas, las tasas fueron corregidas a un tamaño estándar individual (Mao *et al.* 2006) para propósitos comparativos entre áreas y estaciones. Entonces, las tasas fisiológicas se estandarizaron 1 gramo de peso seco, según la fórmula de Bayne y Newell (1983):

$$Y_S = \left(\frac{W_s}{W_e} \right)^b \times Y_e$$

Donde Y_s es la tasa fisiológica para un animal de peso estándar, W_s es el peso seco estándar del animal en este estudio, W_e es el peso seco, Y_e es la respuesta biológica, tasa fisiológica

del animal experimental y b es el exponente del peso seco o el coeficiente alométrico de la función fisiológica medida ($TF=aP^b$ donde TF: es la tasa fisiológica, P es el peso seco y a y b son las constantes alométricas). Estas tasas estandarizadas se compararon con las pruebas de Wilcoxon-Mann-Whitney y Kruskal-Wallis.

Las unidades estandarizadas por peso, en este caso peso seco, sirven mejor para propósitos comparativos sobre todo cuando se trabaja con algunos factores que implican directa o indirectamente variación en el peso superficie corporal en homeotermos, aumento de enzimas en función de masa corporal, etc. esto tanto en una misma especie como entre especies (Prosser, 1972).

Se utilizaron también pruebas de correlación no paramétrica de Spearman para establecer la existencia de asociaciones entre las tasas fisiológicas y algunos factores bióticos y abióticos.

Los cuadros y figuras se realizaron con ayuda del programa Excel 2010 y el software R. Todos los análisis estadísticos fueron ejecutados con la versión de paquete estadístico R (“The Project for Statistical Computing”) y un α de 0.05 en todas las pruebas estadísticas usadas con fines comparativos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.5. FACTORES ABIÓTICOS Y BIÓTICOS

Los valores promedio de las condiciones iniciales de oxígeno disuelto y temperatura para cada área y repetición se presentan en la Tabla 3. Los valores de oxígeno disuelto en invierno fluctuaron entre 3.673 a 9.182 mgO₂.L⁻¹ y en verano de 1.7 a 6.7 mgO₂.L⁻¹. La temperatura osciló entre 13.732 a 16.9°C en invierno y entre 17.608 a 19.016 °C en verano. Los registros detallados de estos parámetros ambientales se encuentran en los Anexos 1 al 8 y del 11 al 18.

Las concentraciones de oxígeno por áreas se mantuvieron casi constantes en cada repetición para verano e invierno a excepción de la última repetición realizada en el área de Barrancos en verano. Sin embargo se puede ver claramente que las concentraciones iniciales de oxígeno entre invierno y verano son distintas en todas las áreas, siendo la estación de verano la que presentó menos concentración de oxígeno. Esto coincide con el resultado de la evaluación de las condiciones hidroquímicas de la Bahía de Sechura reportado por Flores y Morón (2012). En invierno y verano la estación que presentó mayor concentración de oxígeno inicial fue Barrancos (Tabla 4) probablemente debido a un mayor flujo de corrientes en esta área con bajas profundidades.

Los valores de temperatura registrados durante verano son en promedio mayores en aproximadamente 2.1°C que en invierno, como se puede observar en la Tabla 4. En esta misma se presenta también el registro del recuento de análisis cuantitativo de fitoplancton inicial por cada repetición y área. Se puede observar que las concentraciones iniciales por cada repetición no son similares aunque la estación de invierno presentó menores concentraciones de fitoplancton que en verano. Estos resultados concuerdan con Sánchez y Delgado (2012) en el análisis de la comunidad fitoplanctónica de la Bahía de Sechura.

Tabla 4: Valores de las variables abióticas y bióticas registrados en los experimentos realizados en invierno y verano.

Área	Repetición	Fecha y hora inicio	INVIERNO			VERANO			Fitoplancton inicial (cel/ml)
			Oxígeno Inicial (mgO ₂ /L)	Temperatura inicial (°C)	Fitoplancton inicial (cel/ml)	Fecha y hora inicio	Oxígeno Inicial (mgO ₂ /L)	Temperatura inicial (°C)	
Barrancos	1	12/08/2013 13:10	8.554	16.748	55.482	07/02/2014 09:30	3.644	18.848	221.404
	2	12/08/2013 15:35	9.182	16.900	106.672	07/02/2014 11:15	2.670	18.760	
	3	12/08/2013 17:35	9.138	13.732	99.960	11/02/2014 09:15	4.630	18.836	232.546
	4					11/02/2014 11:15	6.700	19.016	331.632
Promedio			8.958±0.351	15.793±1.787	87.371±39.933		4.411±1.723	18.865±0.108	261.861±94.044
Vichayo	1	13/08/2013 13:35	4.845	15.684	63.296	08/02/2014 10:05	2.078	18.060	117.828
	2	13/08/2013 16:15	5.560	16.308		08/02/2014 11:50	2.070	17.915	205.320
	3	15/08/2013 11:45	4.700	15.432		08/02/2014 13:35	2.086	17.780	220.976
	4	15/08/2013 13:45	5.342	15.688	174.000	08/02/2014 15:25	2.132	17.770	
	5	15/08/2013 15:20	6.182	15.664	96.428				
	6	15/08/2013 17:00	6.288	15.756					
Promedio			5.486±0.6621	15.755±0.293	111.241±31.933		2.092±0.028	17.881±0.136	181.375±37.033
Parachique	1	16/08/2013 09:20	3.673	15.435	81.552	09/02/2014 10:45	1.975	17.652	150.372
	2	16/08/2013 10:50	3.688	15.928		09/02/2014 12:40	1.966	17.612	206.512
	3	16/08/2013 12:30	3.810	16.395	98.600	09/02/2014 14:30	2.076	17.608	123.296
	4	16/08/2013 14:35	4.323	15.435	146.176	09/02/2014 16:20	2.168	17.772	
Promedio			3.873±0.306	15.798±0.461	108.776±23.757		1.991±0.178	17.661±0.077	160.060±46.404
Las Delicias	1	17/08/2013 09:15	5.132	15.988	142.372	10/02/2014 08:50	1.700	18.020	209.530
	2	17/08/2013 11:10	5.576	15.968	206.860	10/02/2014 10:35	1.780	17.988	391.555
	3	17/08/2013 12:50	6.022	16.224	144.280	10/02/2014 12:30	2.280	17.924	194.865
	4	17/08/2013 15:30	7.486	16.444		10/02/2014 14:25	2.330	17.872	
Promedio			6.054±1.021	16.156±0.224	164.504±50.637		2.023±0.328	17.951±0.066	265.317±44.632

Los valores de oxígeno tomados al inicio de cada experimento variaron en un rango de 1.7 a 9.2 mg/l, encontrándose muy por encima del valor límite inferior de tolerancia para la concha de abanico que según Yamashiro *et al.*, (1990) es de 1.4mg/l.

Por otro lado, la concentración de fitoplancton inicial fue menor en invierno que en verano probablemente debido a los cambios estacionales que se encuentran asociados a la luz reducida, la mezcla y turbulencia vertical. Varios autores sostienen que en verano se presenta mayor producción fitoplanctónica debido al incremento de los nutrientes y las mejores condiciones de luz (Brown y Hutchings, 1985; Ochoa y Gómez, 1988; Sánchez, 2000).

3.6. TASA DE CONSUMO DE OXÍGENO

3.6.1. TASA DE CONSUMO DE OXÍGENO EN RELACIÓN A GRUPOS DE TALLA

Las tasas de consumo de oxígeno específicas promedio obtenidas durante las evaluaciones de invierno y verano para los cuatro rangos de tallas y para las cuatro áreas, se muestran en la Tabla 5. Los resultados detallados de las tasas de consumo de oxígeno para cada repetición, grupo de tallas y en cada área se encuentran en los Anexos 1 al 8.

Tabla 5: Valores promedio de las tasas de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de *A. purpuratus* de diferentes tamaños en invierno y verano en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.

Área	Rango de talla	Tasa de consumo de oxígeno $\text{mg O}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$	
		INVIERNO	VERANO
BARRANCOS	A [25-55mm>	1.198±0.476	1.120±0.686
	B [60-75mm>	0.639±0.071	0.656±0.112
	C [75-90mm>	0.512±0.115	0.444±0.037
	D [90-105mm>	0.392±0.142	0.491±0.157
VICHAYO	A [25-55mm>	0.941±0.645	2.069±1.047
	B [60-75mm>	0.594±0.126	0.782±0.206
	C [75-90mm>	0.451±0.168	0.453±0.091
	D [90-105mm>	0.398±0.093	0.413±0.090
PARACHIQUE	A [25-55mm>	1.132±0.349	1.364±0.271
	B [60-75mm>	0.505	0.853±0.353
	C [75-90mm>	0.355±0.184	0.476±0.102
	D [90-105mm>	0.455±0.066	0.512±0.053
LAS DELICIAS	A [25-55mm>	1.095±0.372	2.078±1.270
	B [60-75mm>	0.626±0.282	0.635±0.249
	C [75-90mm>	0.524±0.195	0.526±0.070
	D [90-105mm>	0.455±0.076	0.465±0.061

En la Fig. 6 se observa que la tasa de consumo de oxígeno específica está relacionada con el tamaño del cuerpo de una manera típica para la concha de abanico. Muchos autores han mencionado encontrar esta relación trabajando con bivalvos. (Flores, 2012 para *Argopecten*

purpuratus; Jiang *et al.*, 2008a,b para *Styela clava*; Ho Kang *et al.*, 2008 para *Scapharca broughtonii*; Stead, y Thompson, 2003 para *Yoldia hyperborean*; Sukhotin *et al.*, 2003 para *Mytilus edulis* y Marshall *et al.*, 2003 para *Gastrosaccus brevifissura*). En esta misma figura se observa que los promedios de las tasas son mayores en verano a excepción del grupo de talla de 75 a 90mm.

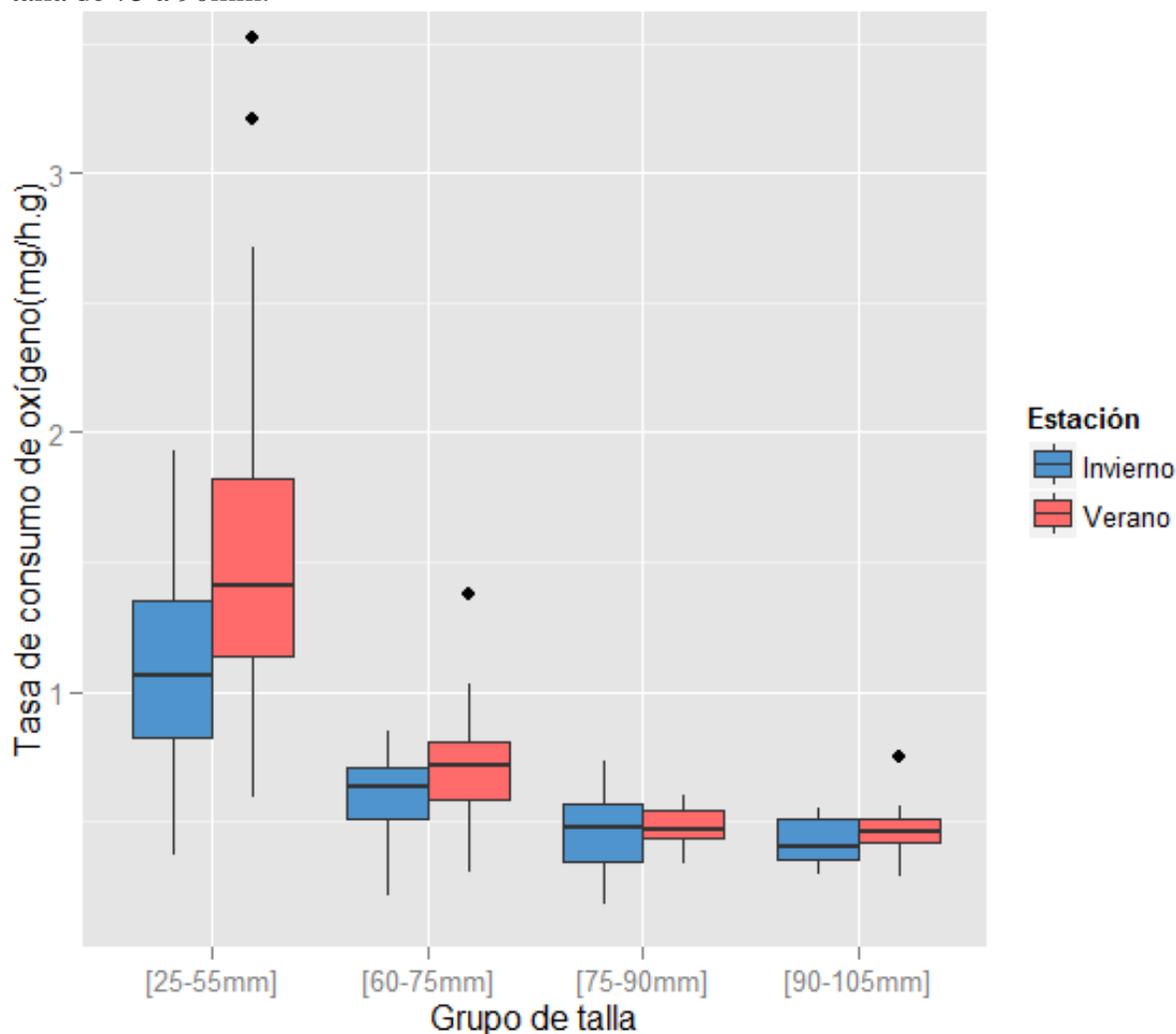


Figura 6: Tasas de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) promedio de *A.purpuratus* de cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura en invierno y verano.

La comparación realizada entre todos los grupos de tallas y en las cuatro áreas para las dos estaciones del año mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los grupos de talla de A (25-55mm) y C (75-90mm) y entre la talla más pequeña y la más grande. También existe diferencias entre el grupo de B (60-75mm) y C (75-90mm) y entre C (60-75mm) y D (90-105mm) sólo para la estación de verano (Tabla 6).

Tabla 6: Resultados del test de Kruskal-Wallis usado para comparar el consumo de oxígeno promedio ($\text{mg O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de la concha de abanico de diferentes tallas y en dos estaciones del año.

Comparaciones (Rango de tallas)	INVIERNO ($p\text{-value} = 6.213\text{e}^{-05}$)			VERANO ($p\text{-value} = 4.762\text{e}^{-09}$)		
	Obs. Dif	Critical dif.	Difference	Obs. Dif	Critical dif.	Difference
A-B	12.095	16.029	FALSE	15.384	17.141	FALSE
A-C	21.262	16.029	TRUE	34.929	17.703	TRUE
A-D	25.179	15.141	TRUE	35.954	16.904	TRUE
B-C	9.167	16.634	FALSE	19.545	17.141	TRUE
B-D	13.083	15.780	FALSE	20.570	16.314	TRUE
C-D	3.917	15.780	FALSE	16.904	16.904	FALSE

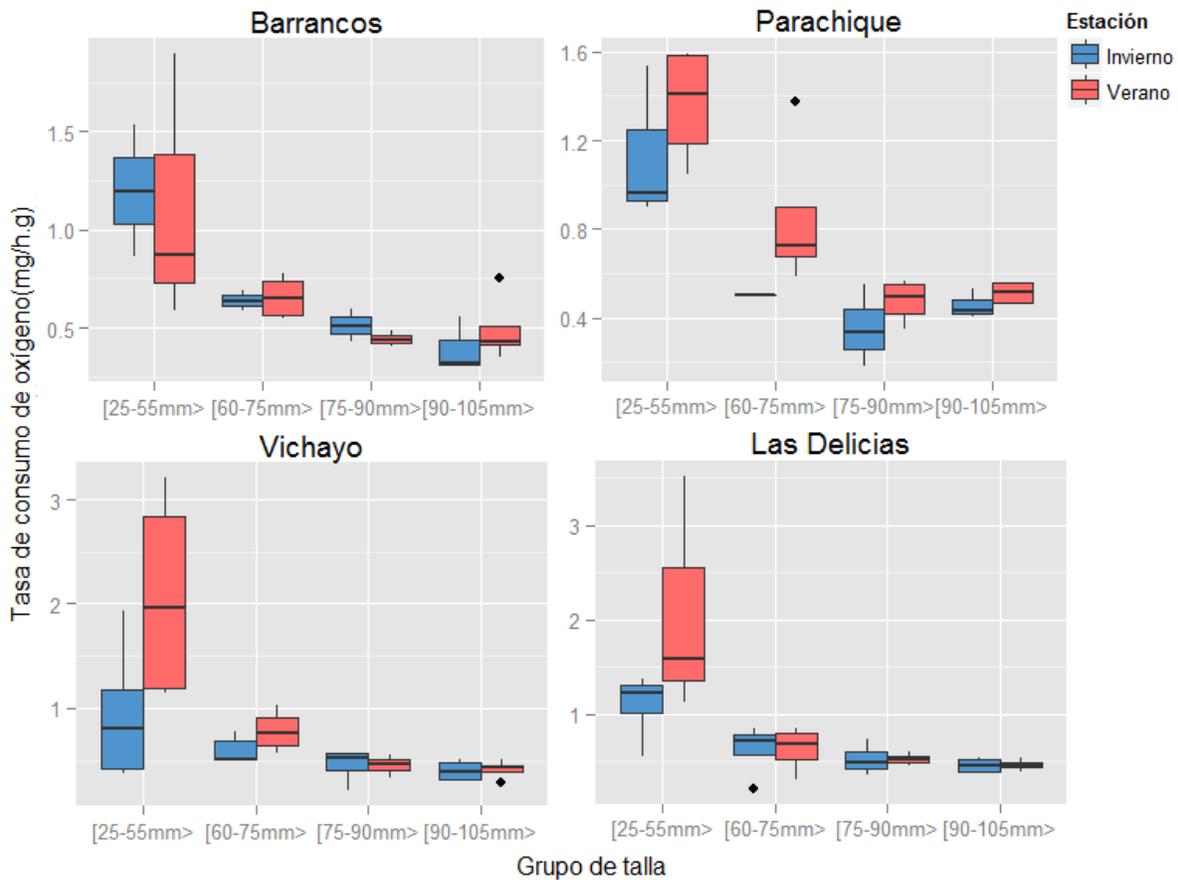


Figura 7: Tasa de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) por grupo de tallas de la concha de abanico *A. purpuratus* en invierno y verano y en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.

En la Figura 7 se puede observar que el valor promedio del consumo de oxígeno para la talla más pequeña fue mayor en todas las áreas de repoblamiento. Para los otros grupos de talla, la diferencia no fue muy marcada. La comparación múltiple realizada entre grupos de talla para la estación de invierno para cada área de repoblamiento no mostró diferencias significativas en el consumo de oxígeno ($p>0.05$). Por otro lado para la estación de verano las áreas de Vichayo y Parachique presentaron diferencias significativas entre los grupos de talla 25-55mm y 75-90mm y 25-55mm y 90-105mm. El área de Las Delicias sólo presentó diferencias significativas ($p<0.05$) entre el grupo de talla más pequeña y la más grande (Ver Anexo 9). Esta diferencia encontrada, sólo en verano, entre el grupo de talla más pequeño y las demás puede ser debido a que los organismos de menor tamaño son más susceptibles a los factores abióticos del medio, aunque también puede deberse a que se emplearon individuos de menor tamaño para el grupo de tamaño más pequeño para el experimento de verano (promedio 68.3mm) que para el de invierno (promedio 74.3mm).

Realizando una comparación de las tasas de consumo entre estaciones del año por grupo de tamaño se encontró que sólo existen diferencias significativas ($p<0.05$) en el grupo de menor tamaño (invierno $1.062\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ y verano $1.666\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) (Tabla 7). La misma comparación se realizó por cada área y no se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) entre estaciones para cada grupo de tallas (Anexo 10).

Tabla 7: Resultados de la comparación del consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de la concha de abanico entre estaciones del año para diferentes grupos de talla usando el test de Wilcoxon-Mann-Whitney.

Comparaciones	n	<i>p-valuer</i>	Difference
A [25-55mm>	55	0.041	TRUE
B [60-75mm>	62	0.121	FALSE
C [75-90mm>	83	0.980	FALSE
D [90-105mm>	94	0.216	FALSE

La relación inversa entre las tasas de consumo específicas y las tallas que se encontraron en esta investigación es explicada por una relación de intercambio de superficie/masa y por la diferencia de las tasas de crecimiento durante la vida del animal. Así el estado

fisiológico tiene una influencia directa con el nivel metabólico confirmando la existencia de una relación inversa entre el desarrollo corporal y el consumo de oxígeno por unidad de peso (Resgalla *et al.*, 2007, Mane ,1975 citado por Taware *et al.* 2012). Resgalla *et al.* (2007) trabajando con el mitílido *Perna perna* y Taware *et al.* (2012) con almejas *S. diphos* encontraron esta misma relación.

Los resultados muestran que el promedio para las cuatro áreas estudiadas las tasas específicas para el rango de tallas de 25 a 55mm, de 60 a 75mm, de 75 a 90mm son 0.941-2.078, 0.505-0.853 y 0.355-0.526 $\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ respectivamente. Estos valores se encuentran muy cercanos al rango de valores obtenidos por Chávez (2009) en un experimento similar con *Argopecten purpuratus* en la Bahía de Paracas en registró una tasa específica promedio de 0.697-3.548 $\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ para un rango de tallas entre 30 y 55 mm y de 0.495-1.223 $\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ para conchas de 80 a 90mm. Del mismo modo Balducci y Mendo (2011) para la misma especie y en Parachique, Bahía de Sechura, en verano y en un experimento *in situ* obtienen tasas específicas de 0.75 y 0.35 $\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ para conchas de 45 a 55mm y 75 a 85mm respectivamente. Por otro lado, en condiciones de laboratorio Soria *et al.* (2007) encontraron tasas de consumo alrededor de 0.6 $\text{mLO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ en *Argopecten purpuratus* de 25.5mm expuestas a 34,38 y 42 g/l de salinidad y a las temperaturas de 16 y 22 °C. Todos estos valores son similares a los obtenidos en esta investigación.

3.6.2. MODELO DE AJUSTE ENTRE LAS TASAS DE CONSUMO DE OXÍGENO, TALLA Y PESO

En la Fig. 8A se observa el conjunto completo de datos de las tasas de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}$) en relación a la talla y en la Fig. 8B en relación al peso, para ilustrar su dependencia con el tamaño. El consumo de oxígeno presenta una relación altamente significativa ($p<0.05$) con el peso y talla de los individuos, según la relación $\text{TCO}=aX^b$, donde TCO es la tasa de consumo de oxígeno, X es la talla o peso un individuo, a y b son constantes del modelo (Filgueira 2007, Jarnegren y Altin, 2006, Yantian *et al.*, 1999).

La Tabla 8 muestra el resultado de las regresiones que se obtuvieron en la relación alométrica entre las tasas de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}$) y el peso seco de las partes blandas (g), tanto para todas las áreas a evaluar como para las dos estaciones del año. El valor de *b* fue mayor en la estación de verano para las áreas de Barrancos y Parachique. El área que presentó un mayor valor de *b* en invierno fue Vichayo (0.617) y en verano fue Barrancos (0.701). En general el valor *b* se encuentra entre 0.498-0.617 para invierno y para la estación de verano entre 0.520-0.701 para todas las áreas. El valor constante *a* fue mayor en el área de Parachique en invierno y Vichayo en verano. Entonces el valor de *a* se encontró entre 1.030-1.346 y para verano entre 1.024-1.492 para todas las áreas.

Tabla 8: Constantes de la regresión alométrica ($Y=aP^b$) ajustada entre el peso seco (g) y la tasa de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}$) de la concha de abanico de diferentes tallas en diferentes áreas de repoblamiento en invierno y verano.

Área	Estación	a	b	r ²	n	Nivel de signif.
Barrancos	Invierno	1.229	0.607	0.863	9	p<0.05
	Verano	1.024	0.701	0.945	15	p<0.05
Vichayo	Invierno	1.030	0.617	0.762	19	p<0.05
	Verano	1.492	0.520	0.914	16	p<0.05
Parachique	Invierno	1.346	0.498	0.660	10	p<0.05
	Verano	1.082	0.690	0.954	16	p<0.05
Las Delicias	Invierno	1.102	0.610	0.653	15	p<0.05
	Verano	1.185	0.609	0.809	14	p<0.05

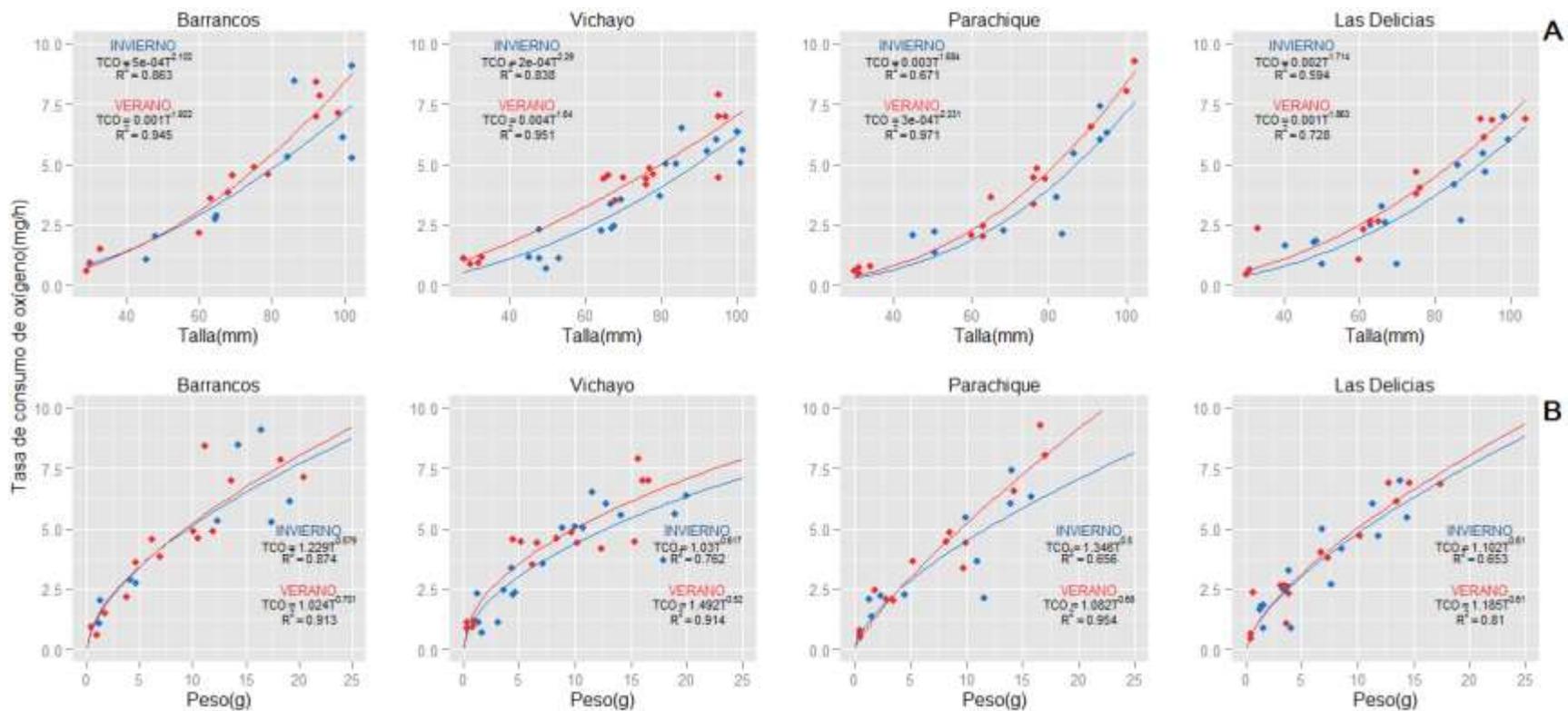


Figura 8: Tasa de consumo de oxígeno ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1}$) A) en relación a la talla (mm) y B) h^{-1} en relación al peso (g) de la *purpuratus* en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.

Las diferentes relaciones alométricas del peso seco (g) y la longitud de la concha (mm) con el consumo de oxígeno, comparadas mediante la prueba de Kruskal-Wallis no mostraron diferencias significativas en la pendiente y en el intercepto. Por otro lado las relaciones obtenidas usando todos los datos muestran un buen ajuste y obedecen a la ecuación $TCO = 0.001T^{1.888}$ para la talla y $TCO = 1.162P^{0.611}$ para el peso (Fig. 9).

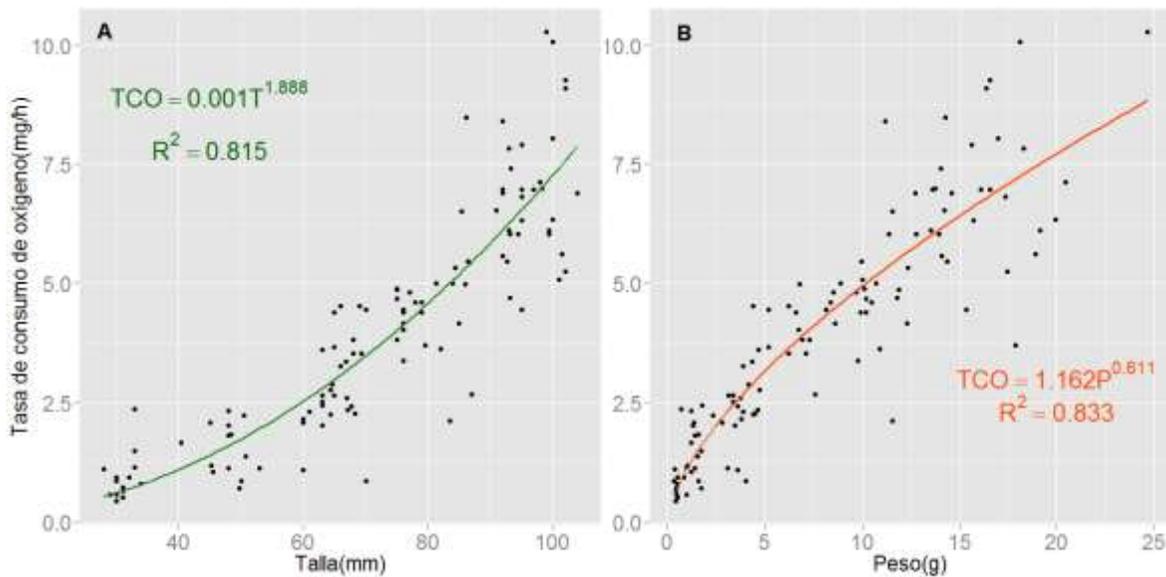


Figura 9: Tasa de consumo de oxígeno ($mgO_2 \cdot h^{-1}$) A) en relación a la talla (mm) y B) en relación al peso (g) de *A. purpuratus* en la Bahía de Sechura.

La relación determinada en este estudio entre las tasas fisiológicas y el peso y talla de los organismos ha sido descrita por muchos autores. La relación potencial ($Y = aP^b$) hallada en este estudio concuerda con los resultados de Resgalla *et al.* (2007) con *Perna perna*, Järnegren y Altin, 2006 con *Acesta excavata*, Jiang *et al.*, 2008a con *Styela clava*, Mao *et al.*, 2006 con *Crassostrea gigas*, Navarro y Torrijos, 1995 con *Concholepas concholepas* y Stead, y Thompson, 2003 con *Yoldia hyperborea*.

Los valores de b de la relación entre la tasa metabólica y el peso seco para la *A. purpuratus* obtenidas en esta investigación (0.498-0.701) son similares a los obtenidos por Chávez (2009) para la misma especie en la Bahía de Paracas (Pisco) quien reporta valores de b de 0.44 y 0.85. De igual manera los valores obtenidos en este estudio se asemejan a aquellos

reportados para otras especies como *Styela clava*, *Yoldia hyperborea*, *Spisula subtruncata*, *Ostrea edulis*, *Perna perna* fueron 0.48-0.70, 0.73, 0.7, 0.825, 0.66 respectivamente (Tabla 1) (Jiang *et al.*, 2008a; Stead y Thompson, 2003; Rueda y Smaal, 2004; Haure *et al.*, 1998, Resgalla *et al.*, 2006).

Así mismo Bayne & Newell (1983) y Griffiths & Griffiths (1987) citados por Resgalla *et al.* (2006) indican como valores de b entre 0.44 y 1.09 para la tasa de consumo de oxígeno de moluscos bivalvos. Según el cálculo de Winter (1978) para las especies que se alimentan por filtración el valor de b debe estar dentro del rango entre 0.66 y 0.82. Bayne y Newell (1983, citados por Jiang *et al.*, 2008b) concluyen que el valor medio de b para las tasas fisiológicas de moluscos fue de 0.62 ± 0.13 , valor muy cercano al obtenido en este estudio.

Los valores para el exponente b reportados en la literatura para los bivalvos filtradores, presentan grandes variaciones incluso cuando se trata de la misma especie (Moschino y Marin, 2006). Esta diferencia puede ser atribuida a las diferentes condiciones fisiológicas del animal y a las diferentes condiciones experimentales empleadas. Existe una gran variación en los coeficientes alométricos a través de los diferentes estudios, que se podría explicar por la elección de diferentes pesos de los especímenes estudiados, tal como lo sugiere Winter (1973) y Widdows (1978 citado por Haure *et al.*, 1998) quienes comparan la actividad fisiológica de los bivalvos de diferentes tamaños. Esta incertidumbre sobre el valor esperado de b se puede deber tanto al hecho de que el consumo de oxígeno por un individuo es muy variable y dependiente de las condiciones ambientales como a la insensibilidad en los procedimientos estadísticos usados para distinguir diferencias en los coeficientes de regresión (Bayne *et al.*, 1976 citado por George, 1997).

3.6.3. COMPARACIÓN DE LAS TASAS DE CONSUMO DE OXÍGENO ESTANDARIZADAS POR ESTACIÓN Y ÁREAS

Los resultados detallados así como los promedios de las tasas de consumo de oxígeno estandarizadas por peso para casa repetición, grupo de tallas y en cada área se presentan en los Anexos 1 al 8 y en el Anexo 13 respectivamente.

Las tasas de consumo de oxígeno se encontraron entre 1.084 y 1.266 $\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ para la estación de invierno y entre 1.053 y 1.525 $\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ para la estación de verano. Las tasas de consumo mayores en invierno se encontraron en el área de Parachique (1.413 $\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) y en verano en Vichayo (1.525 $\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) (Fig. 10).

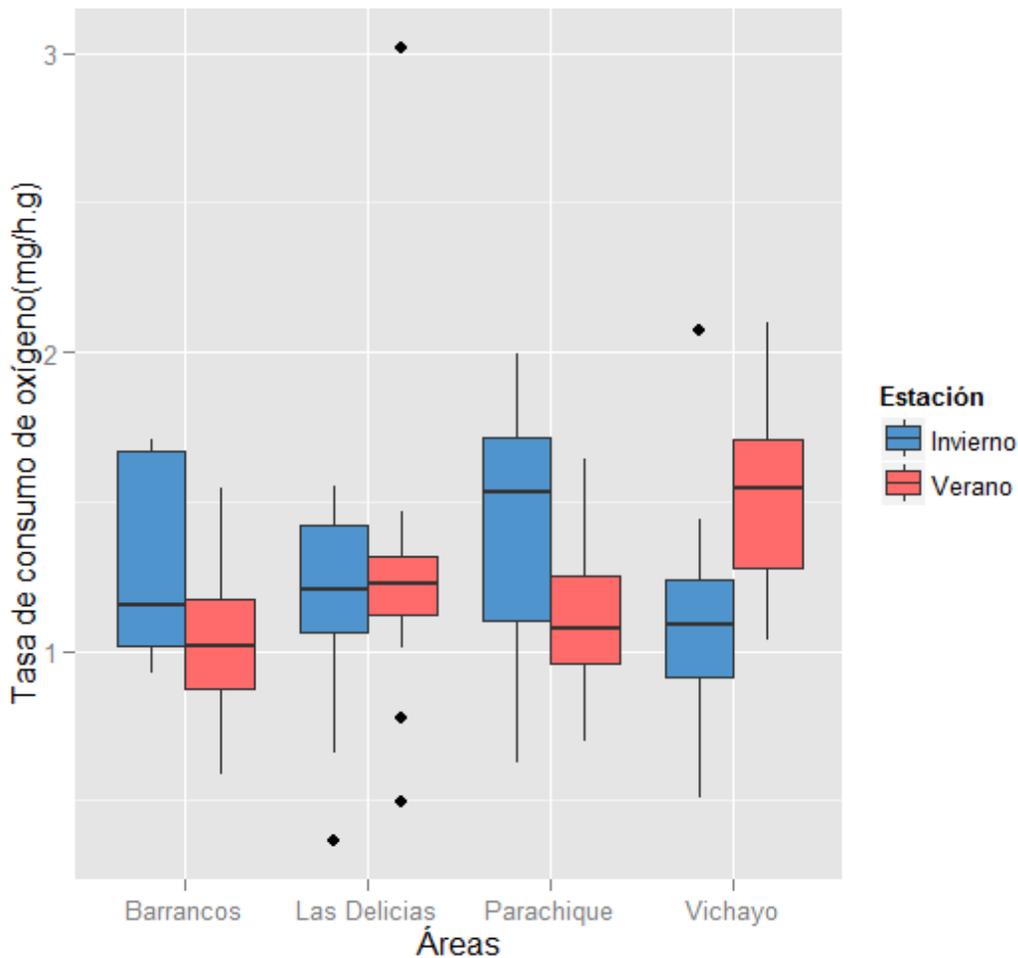


Figura 10: Tasas de consumo de oxígeno estandarizadas ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de la *Argopecten purpuratus* en cuatro áreas de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.

En la comparación de las tasas estandarizadas entre estaciones para cada área según prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney ($\alpha=0.05$, $p<0.05$), las áreas de Vichayo y Parachique presentaron diferencias significativas entre las tasas de consumo promedio (Anexo 14).

En la estación de invierno la comparación entre áreas no resultó significativa ($\alpha=0.05$, $p=0.133$, posiblemente por la similitud de temperaturas iniciales y demás condiciones iniciales registradas al inicio de cada experimento (Tabla 3). Sin embargo en verano si se encontraron diferencias ($\alpha=0.05$, $p=0.0005$) al realizar el test de Kruskal-Wallis. La Tabla 9 muestra los resultados de la comparación múltiple entre todas las áreas, donde Barrancos ($1.053 \text{ mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) y Vichayo ($1.525 \text{ mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) al igual que Vichayo y Parachique ($1.105 \text{ mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) resultaron estadísticamente diferentes en la estación de verano que en invierno.

Tabla 9: Resultados del test Kruskal-Wallis usado para comparar las tasas de consumo de oxígeno estandarizadas ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de la concha de abanico entre áreas en invierno y verano.

Comparaciones	INVIERNO ($p= 0.1303$)			VERANO ($p= 0.0005$)		
	Obs. Dif	Critical dif.	Difference	Obs. Dif	Critical dif.	Difference
Barrancos-Vichayo	7.632	16.487	FALSE	25.008	16.833	TRUE
Barrancos-Parachique	6.400	18.720	FALSE	4.258	16.833	FALSE
Barrancos-Las Delicias	1.667	17.179	FALSE	10.705	17.405	FALSE
Vichayo-Parachique	14.032	15.918	FALSE	20.750	16.559	TRUE
Vichayo-Las Delicias	5.965	14.073	FALSE	14.304	17.141	FALSE
Parachique-Las Delicias	8.067	16.634	FALSE	6.446	17.141	FALSE

En general, las tasas de consumos de oxígeno obtenidos en el presente estudio (1.053 - $1.525 \text{ mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) (Figura 10 y Anexo 13) se encuentran dentro de los intervalos reportados por algunos autores en bivalvos como se puede observar en la Tabla 1. Para la misma especie los resultados se encuentran dentro del rango reportado por Chávez (2009),

en un experimento *in situ* en la Bahía de Paracas, donde determinó tasas estandarizadas para *Argopecten purpuratus* de 0.727 y 3.126 mgO₂ h⁻¹.g⁻¹ a una temperatura de 14.7 y 17.8°C.

Por otro lado, Navarro y Gonzales (1998) para la misma especie en condiciones de laboratorio registraron tasas de consumo de 0.84 mgO₂.h⁻¹.g⁻¹ a 24 ‰ de salinidad. Esta diferencia entre las tasas de consumo de oxígeno podría deberse a las diferentes condiciones experimentales, ya que la mayoría de los estudios llevados en laboratorio trabajan con animales que exhiben un estado metabólico basal o estándar. Según Hatcher *et al.* (1997) la comparación de las tasas metabólicas con los datos de otros estudios se complica por la estrecha relación entre el suministro de alimentos, el metabolismo y la falta de un enfoque estándar. La tasa metabólica estándar puede ser sólo 50% de la tasa de rutina, y un porcentaje aún menor de la tasa activa (Bayne *et al.*, 1989 citado por Hatcher *et al.*, 1997). Por lo tanto, las comparaciones deben hacerse con grupos de animales que exhiben la misma categoría de metabolismo. En esta investigación se trabajó con animales que exhibían un metabolismo rutinario al ser un experimento *in situ*. Otra posible explicación a las diferencias entre las tasas fisiológicas podría estar asociada, especialmente a la aclimatación de tiempo y método (Widdows, 1976 citado por Haure *et al.*, 2003).

Solo las áreas de Vichayo y Parachique presentaron diferencias de las tasas metabólicas entre estaciones del año y aunque muchos autores (Decker *et al.*, 2012; Gonzalez, 2010; Jiang *et al.*, 2008a,b; Chávez, 2009; Moschino y Marin, 2006; Haure *et al.*, 1998; Ho Kang *et al.*, 2008; Resgalla *et al.*, 2007; Saucedo *et al.*, 2004; Marshall *et al.*, 2003; Hatcher *et al.*, 1997) han descrito la importancia de la temperatura en el incremento de las tasas metabólicas y muchos de ellos encontraron diferencias estacionales, las temperaturas registradas en esta investigación fueron poco variables entre las estaciones de invierno y verano y no reflejaron diferencias entre las tasas de consumo de oxígeno para todas las áreas. Al respecto y de manera similar a este estudio Savina y Pouvreau (2004), no obtuvieron evidencia de que la temperatura influyera significativamente en las tasas de aclaramiento y respiración para *P. rhomboides* y *G. glycymeris*, indicando que tal vez un

rango más amplio de temperatura probablemente mostraría una influencia mayor en las tasas fisiológicas.

Vahl (1981) citado por MacDonald y Thompson, 1986; Widdows (1978) citado por Rueda y Smaal (2004); Navarro, 2001; Widdows (1976) citado por López, 2003; Crisp y Ritz (1967) citado por Nieves *et al.*, 2009 sugirieron que una gran parte de la variabilidad estacional de la tasa metabólica de bivalvos filtradores se explicaba por la disponibilidad de alimentos, ciclo reproductivo, salinidad, oferta de alimento y aclimatación térmica. Entonces se puede sugerir que las tasas de consumo de oxígeno de la *A. purpuratus* en verano podrían estar influenciadas por los cambios en la salinidad debido al aporte de agua dulce del estuario de Virrilá situado frente a Parachique y más cercano al área de Barrancos (Fig. 3). Esto explicaría el hecho de que la concha de abanico en estas áreas presentó menores tasas de consumo de oxígeno estandarizadas en verano (Figura 10). La influencia de la salinidad para *Argopecten purpuratus* fue descrita por Navarro y González (1998) en condiciones de laboratorio a donde indican que la salinidad (18, 21 y 24 ‰) tenía un efecto directo sobre la actividad metabólica así, el consumo de oxígeno aumenta significativamente al aumentar la salinidad.

Por otra parte, la concha de abanico en la estación de verano en Barrancos y Vichayo presentó diferentes tasas estandarizadas posiblemente por la mayor temperatura inicial que se registró en Barrancos y sobre todo por la diferencia de sustrato entre estas dos áreas. Barrancos tiene un sustrato fangoso y Vichayo uno más arenoso. Zhuang y Wang (2004) para el bivalvo *Meretrix meretrix* obtuvieron mayores tasas fisiológicas en un sustrato arenoso que en uno limoso. El área de Vichayo y Parachique también resultaron diferentes en la estación de verano y aunque el sustrato en estas áreas son parecidos (arenosos conchuelosos), la profundidad podría ser la explicación de esta diferencia. Este efecto de la profundidad ha sido reportado por Vílchez *et al.* (2010) quienes reportan mayores tasas de consumo de oxígeno a menor profundidad para *A.purpuratus* en la Bahía de Sechura empleando el mismo sistema y diseño de los respirómetros usados en el presente estudio.

3.7. TASA DE ACLARAMIENTO

3.7.1. TASA DE ACLARAMIENTO EN RELACIÓN A GRUPOS DE TALLA

Las tasas de aclaramiento promedio obtenidas durante las evaluaciones de invierno y verano para todos los rangos de talla y para las cuatro áreas, se muestra en la Tabla 10. Los resultados detallados de las tasas para cada repetición y en cada área se encuentran en los Anexos 15 al 22.

Tabla 10: Valores promedio de las tasas de aclaramiento ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) de *A. purpuratus* de diferentes tamaños en invierno y verano en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.

Área	Rango de talla	Tasas de aclaramiento ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$)	
		INVIERNO	VERANO
BARRANCOS	A [25-55mm>	0.752±0.664	0.803±0.201
	B [60-75mm>	0.587±0.362	0.441±0.123
	C [75-90mm>	0.257±0.151	0.292±0.078
	D [90-105mm>	0.189±0.058	0.302±0.195
VICHAYO	A [25-55mm>	0.610±0.443	3.046±1.565
	B [60-75mm>	0.537±0.106	0.321±0.058
	C [75-90mm>	0.149±0.082	0.235±0.026
	D [90-105mm>	0.089±0.008	0.187±0.012
PARACHIQUE	A [25-55mm>	0.701±0.281	1.705±0.240
	B [60-75mm>	0.223±0.082	0.371±0.074
	C [75-90mm>	0.215±0.070	0.201±0.079
	D [90-105mm>	0.149±0.024	0.162±0.054
LAS DELICIAS	A [25-55mm>	0.448±0.207	2.698±1.076
	B [60-75mm>	0.403±0.237	0.584±0.145
	C [75-90mm>	0.308±0.067	0.284±0.024
	D [90-105mm>	0.176±0.080	0.183±0.049

Como se observa en la Figura 11 con individuos pequeños se obtuvo mayor promedio de tasa de aclaramiento específica ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$). En esa misma figura se observa que las tasas de aclaramiento para los individuos de la concha de abanico de talla pequeña fueron mucho mayores en la estación de verano que para la estación de invierno.

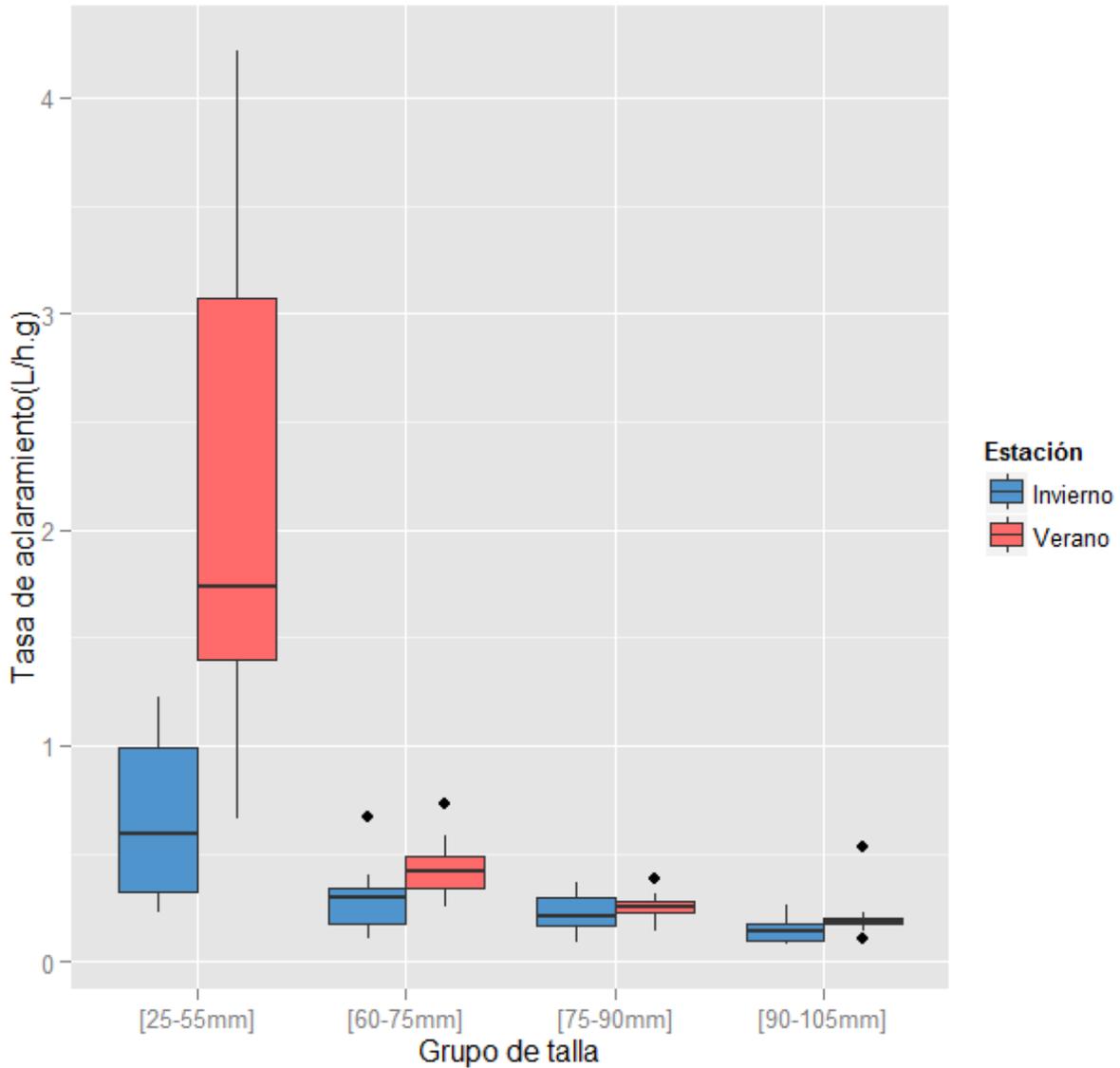


Figura 11: Tasa de aclaramiento ($Lh^{-1}g^{-1}$) promedio de *A. purpuratus* de cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura en invierno y verano.

Las diferencias de las tasas de aclaramiento específicas entre tallas y en cada estación resultaron significativas ($p < 0.05$). La comparación múltiple realizada entre todos los grupos de tallas muestra diferencias entre los grupos de talla de la talla más pequeña y la más grande y entre el grupo de individuos B (60-75mm) y D (90-105mm) tanto en invierno como en verano y entre el grupo A (25-55mm) y C (75-90mm) sólo para la estación de verano (Tabla 11).

Tabla 11: Resultados del test Kruskal-Wallis usado para comparar las tasas de aclaramiento promedio ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) de la concha de abanico de diferentes tallas y en dos estaciones del año.

Comparaciones	INVIERNO ($p\text{-value}=0.0002$)			VERANO ($p\text{-value}=7.24e^{-08}$)		
	Obs. Dif	Critical dif.	Difference	Obs. Dif	Critical dif.	Difference
A-B	8.473	14.142	FALSE	13.160	15.100	FALSE
A-C	13.978	14.871	FALSE	24.992	15.100	TRUE
A-D	22.700	13.858	TRUE	31.992	15.100	TRUE
B-C	5.505	14.547	FALSE	11.833	14.768	FALSE
B-D	14.227	13.510	TRUE	18.833	14.768	TRUE
C-D	8.722	14.272	FALSE	7.000	14.768	FALSE

La comparación múltiple de las tasas de aclaramiento entre grupo de tallas para la estación de invierno y verano en cada área se muestra en el Anexo 23. Los resultados muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) en invierno, para las áreas de Vichayo y Parachique entre los grupos de talla más pequeños y los más grandes. Por otro lado, para la estación de verano las comparaciones entre estos mismos grupos de talla presentaron significativas diferencias para Vichayo, Parachique y Las Delicias.

Realizando una comparación de las tasas de consumo promedio de la concha de abanico entre verano e invierno por grupo de tamaño, usando los datos de todas las áreas se encontró que sólo existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en el grupo de menor tamaño (invierno $0.628 L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ y verano $2.063 L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) (Figura 11 y Tabla 12). Esto puede deberse a que individuos de menor tamaño son más susceptibles a cambios de temperatura que individuos de mayor talla como lo reportan Soria *et al.* (2001) para *Argopecten purpuratus* que indicaron que la tasa de aclaramiento para individuos de 25.5 mm fue mayor a $22^{\circ}C$ que a $16^{\circ}C$ y que individuos de 65mm no mostraron estas diferencias. Es posible que en este estudio la magnitud de las diferencias en las tasas de aclaramiento en este grupo de talla haya sido incrementada debido a que las tallas de los individuos usados para el experimento fueron menores en verano (68.31) que en invierno (74.29). La misma comparación se realizó por cada área y se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los mismos grupos de tamaño en las áreas de Parachique, Vichayo y Las Delicias

(Anexo 23).

Tabla 12: Resultados de la comparación de las tasas de aclaramiento ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) de la concha de abanico entre estaciones para diferentes grupos de talla usando el test de Wilcoxon-Mann-Whitney.

COMPARACIONES	N	<i>p-value</i>	DIFFERENCE
Grupo A	21	0.0002	TRUE
Grupo B	23	0.1027	FALSE
Grupo C	21	0.5933	FALSE
Grupo C	24	0.0828	FALSE

En la Fig. 12 se observa las tasas de aclaramiento de la concha de abanico por área durante verano e invierno. Las tasas de aclaramiento promedio en todos los grupos de talla fueron mayores en la estación de verano que en invierno a excepción del grupo de talla 60-75mm para Barrancos y de 75-90mm en Parachique y Las Delicias. En todas las áreas el grupo de talla más pequeño muestra diferencias significativas entre estaciones. En esta misma figura se observa que sólo para la talla más pequeña y en la estación de invierno las tasas específicas son similares entre áreas.

La relación entre las tasas específicas ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) por grupo de tamaños encontrada en esta investigación es explicada por Kho y Kim (2004) y Kim (1995, citados por Ho Kang *et al.*, 2008), López (2003) y Widdows (1978, citado por Resgalla 2006) quienes indican que las tasas de aclaramiento por unidad de peso de animales más pequeños evidenciaron tasas superiores y que las tasas fisiológicas en general son más elevadas en estadios tempranos del desarrollo que en el estadio adulto. Así, existe una mayor capacidad digestiva en adultos debido a la relación directa entre la masa corporal y la capacidad glandular digestiva (Griffiths y Griffiths, 1987 citado por Resgalla *et al.*, 2006).

De acuerdo con Ho Kang *et al.* (2008), la tasa de aclaramiento se reduce de forma concomitante con una demanda metabólica más baja por unidad de peso, de acuerdo con el crecimiento (Jones, Richards y Southern 1992 citado por Ho Kang *et al.*, 2008). Según Bayne (1976) citado por López (2003), son muchos los autores que han encontrado esta

relación y que sugieren que ello se explica en la proporción del tamaño del organismo y la superficie branquial, que está en función del tamaño del organismo.

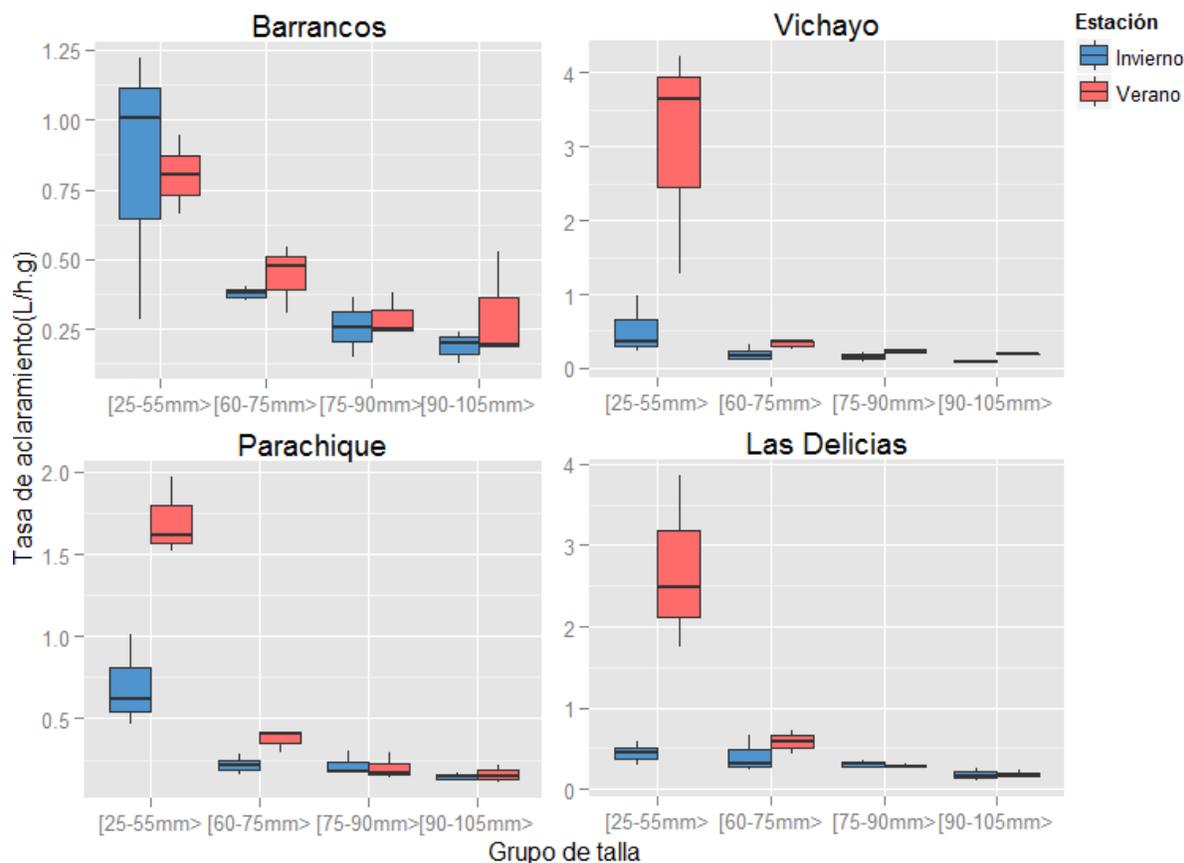


Figura 12: Tasa de aclaramiento (L.h⁻¹.g⁻¹) por grupo de tallas de la concha de abanico *A. purpuratus* en invierno y verano y en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.

Los resultados muestran que para las cuatro áreas estudiadas en el rango de tallas de 25 a 55mm y de 75 a 90mm las tasas de aclaramiento específicas se encuentran dentro del rango de 0.448-3.046 y de 0.149-0.308 L.h⁻¹.g⁻¹ respectivamente. Estos resultados se encuentran dentro del rango de valores obtenido por Chávez (2009) en la Bahía de Paracas con *Argopecten purpuratus* para un rango de tallas entre 30 y 55 mm registró una tasa específica promedio de 0.205-4.084 mgO₂.h⁻¹.g⁻¹ y para conchas de 80 a 90mm una tasa de 0.092-0.195 L.h⁻¹.g⁻¹.

Balducci y Mendo (2011) para la misma especie y en la Bahía de Sechura en un

experimento *in situ* obtienen una tasa específica promedio de $0.68 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ para conchas de 45 a 55mm. Estos resultados se encuentran en el rango obtenido en este estudio.

3.7.2. MODELO DE AJUSTE ENTRE LAS TASAS DE ACLARAMIENTO, TALLA Y PESO

La Fig. 13 A y B muestra la relación entre la tasa de aclaramiento (mL.h^{-1}) y la talla y peso de la *A. purpuratus* para cada área y durante verano e invierno, donde todas las relaciones resultaron significativas. La Tabla 13 muestran los parámetros de las regresiones que se obtuvieron tanto para todas las áreas a evaluar como para las dos estaciones del año. El valor de a fue mayor en la estación de verano para todas las áreas. El área que presentó un valor más alto de a fue Parachique en invierno y Vichayo en verano. En general el valor a se encuentra entre 0.490- 0.811 para invierno y para la estación de verano entre 0.820- 1.393. El mayor valor de b lo presentó el área de Barrancos para las dos estaciones y en general se registró entre 0.370-0.542 en invierno y para verano entre 0.223-0.586 para todas las áreas.

Tabla 13: Constantes de la regresión alométrica ($Y=aP^b$) entre el peso seco (g) y la tasa de aclaramiento (L.h^{-1}) de la concha de abanico de diferentes tallas en las diferentes áreas de repoblamiento en invierno y verano.

Área	Estación	a	b	r^2	n	Nivel de signif.
Barrancos	Invierno	0.780	0.542	0.531	10	$p<0.05$
	Verano	0.820	0.586	0.837	11	$p<0.05$
Vichayo	Invierno	0.490	0.404	0.533	11	$p<0.05$
	Verano	1.393	0.223	0.784	12	$p<0.05$
Parachique	Invierno	0.811	0.370	0.606	11	$p<0.05$
	Verano	0.966	0.305	0.749	12	$p<0.05$
Las Delicias	Invierno	0.617	0.526	0.557	10	$p<0.05$
	Verano	1.363	0.240	0.738	12	$p<0.05$

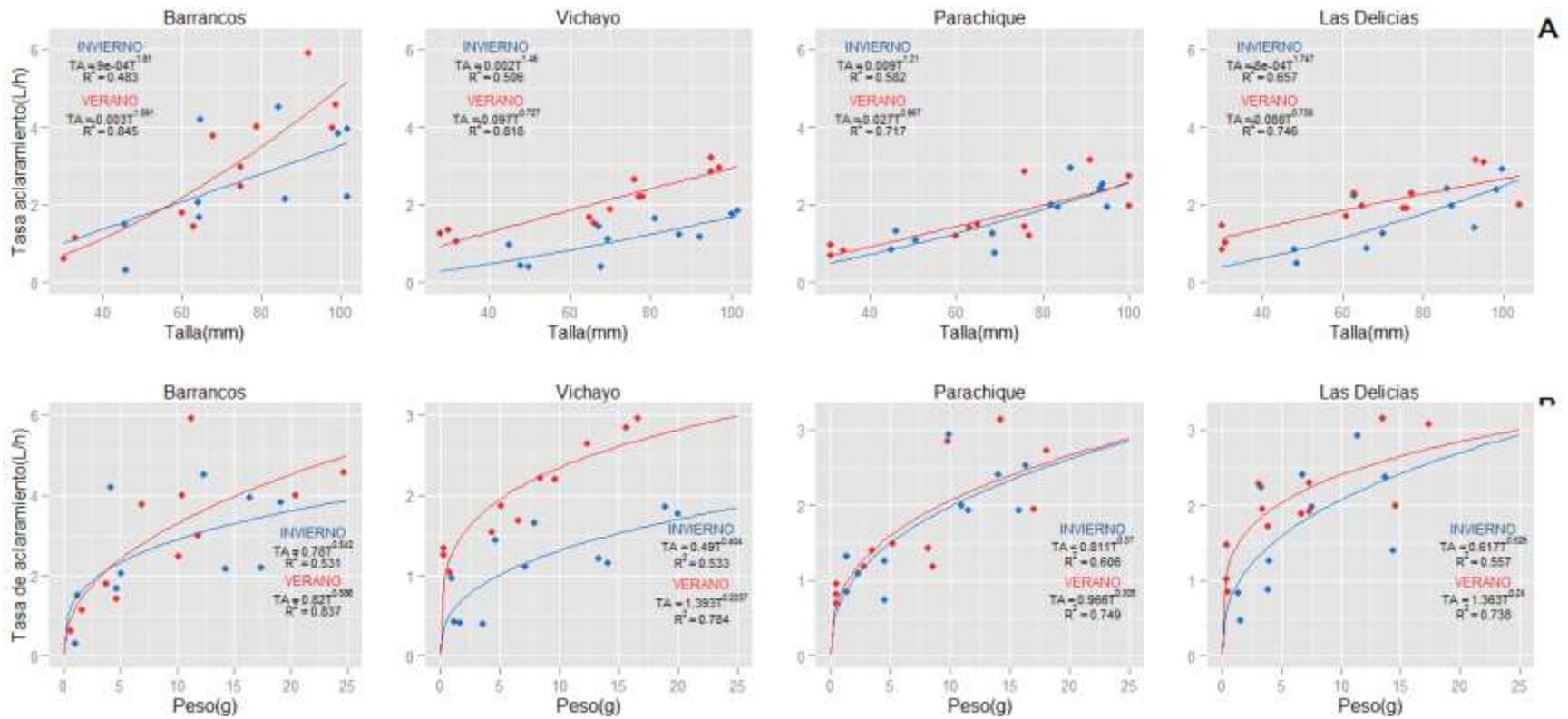


Figura 13: Tasa de aclaramiento A) $L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ en relación a la talla y B) $L \cdot h^{-1}$ de la *A. purpuratus* en relación al peso de la *A. purpuratus* en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.

Al comparar las pendientes y elevaciones de las diferentes relaciones mediante la prueba de Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias significativas entre ellas (Anexo 25 y 26). Estos resultados son similares a los de Moschino y Marin (2006), quienes no encontraron diferencias significativas entre las elevaciones ni pendientes de las relaciones alométricas de las tasas de consumo de oxígeno y aclaramiento con el peso seco del bivalvo *Chamelea gallina* trabajando a diferentes temperaturas 8,16 y 24°C.

La Fig. 14 muestra la relación entre la tasa de aclaramiento y la talla y el peso empleando todos los datos. Se observa un buen ajuste de estas relaciones y obedecen a la ecuación $TA = 0.021T^{1.039}$ para la talla (Fig. 14A) y $TA = 0.956P^{0.348}$ para el peso (Fig. 14B). Este modelo de ajuste ha sido también encontrado por Filgueira, 2007, Järnegen y Altin, 2006, y Yantian *et al.*, 1999.

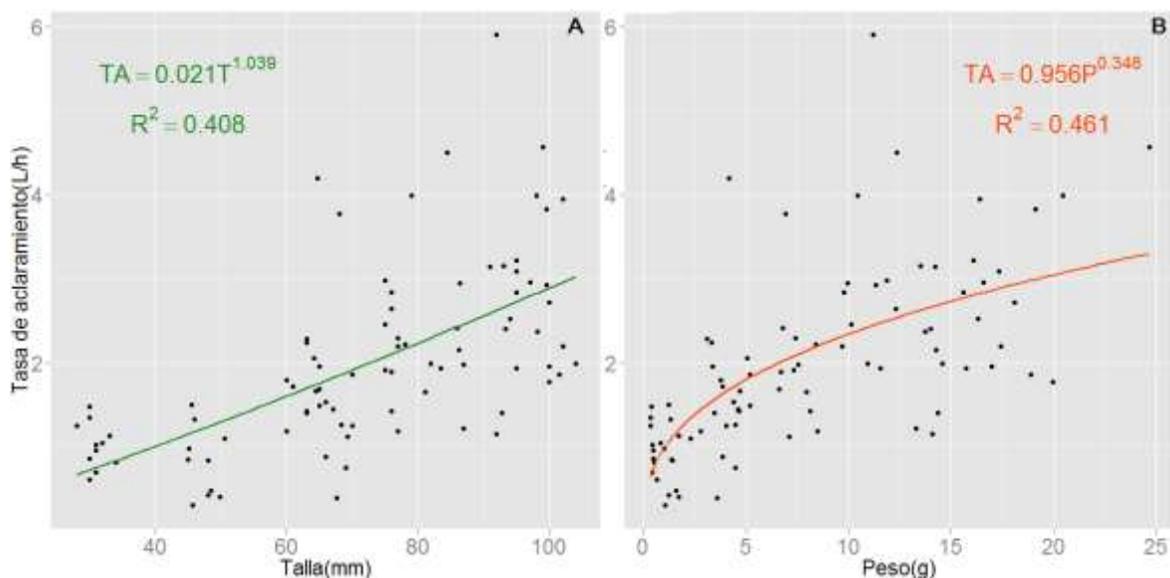


Figura 14: Tasa de aclaramiento A) $\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ en relación a la talla y B) $\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1}$ en relación al peso de *A. purpuratus* en la Bahía de Sechura.

Los valores de b obtenidos en el presente estudio (0.223- 0.586) se encuentran dentro del rango obtenido por Navarro y González (1998) en *A. purpuratus* en Chile de 0.44 y por González (1995, citado por Uribe y Blanco 2001) de 0.736, al igual que para Cranford *et al.* (2011, citado por Sroczyńska *et al.*, 2012) que reporta para 21 especies de bivalvos el

valor de $b=0.58\pm 0.04$. También se ha reportado el valor de $b=0.573$ para *Pinctada margaritifera* (Pouvreau *et al.*, 1999), de 0.38-0.74 para *M. chilensis* (Winter, 1976 citado por Povreau *et al.*, 1999), de 0.53 para *Mytilus sp* (Anestis *et al.*, 2010) y de 0.58 para *Spisula subtruncata* (Rueda y Smaal, 2004) (Ver Tabla 1).

Por otro lado, los valores de a obtenidos en este trabajo (0.490-1.393) se encuentran dentro del rango de otras especies de bivalvos. Generalmente varía entre 0.61 a 3.9 de acuerdo con Sanina (1976) y Winter (1976, citado por Povreau *et al.*, 1999) para *M. edulis* y *Didacna longipes*, respectivamente, Navarro y Winter (1982) para *M. chilensis*, González (1995, citado por Uribe y Blanco 2001) para *Argopecten purpuratus*, Zhuang y Wang (2004) para *Meretrix meretrix linnaeus*, Resgalla *et al.* (2006) para *Perna perna* y Bougrier *et al.* (1995, citado por Sroczyńska *et al.*, 2012) (Ver Tabla 1).

Los valores de a para todas las áreas fueron mayores en la estación de verano (Tabla 13) lo cual podría estar relacionado a la temperatura. Al respecto Filgueira (2007) señala que la variabilidad de la constante de normalización a se explica como una respuesta a diferentes condiciones ambientales (Winter 1976, Bernard 1983 citados por el mismo autor). De igual manera Moschino y Marin (2006) obtienen mayores valores a mayores temperaturas para el bivalvo *Chamelea gallina*.

3.7.3. COMPARACIÓN DE LAS TASAS DE ACLARAMIENTO ESTANDARIZADAS POR ESTACIÓN Y ÁREAS

Las tasas de aclaramiento se encontraron entre 0.661-0.889 $L.h^{-1}.g^{-1}$ para la estación de invierno y 0.852-1.412 $L.h^{-1}.g^{-1}$ para la estación de verano (Anexo 27). En la Fig. 15 se presentan los promedios de las tasas de aclaramiento estandarizadas y en ella se observa que las más altas tasas se registraron en invierno en el área de Barrancos (0.889 $L.h^{-1}.g^{-1}$) y en verano en Vichayo (1.412 $L.h^{-1}.g^{-1}$).

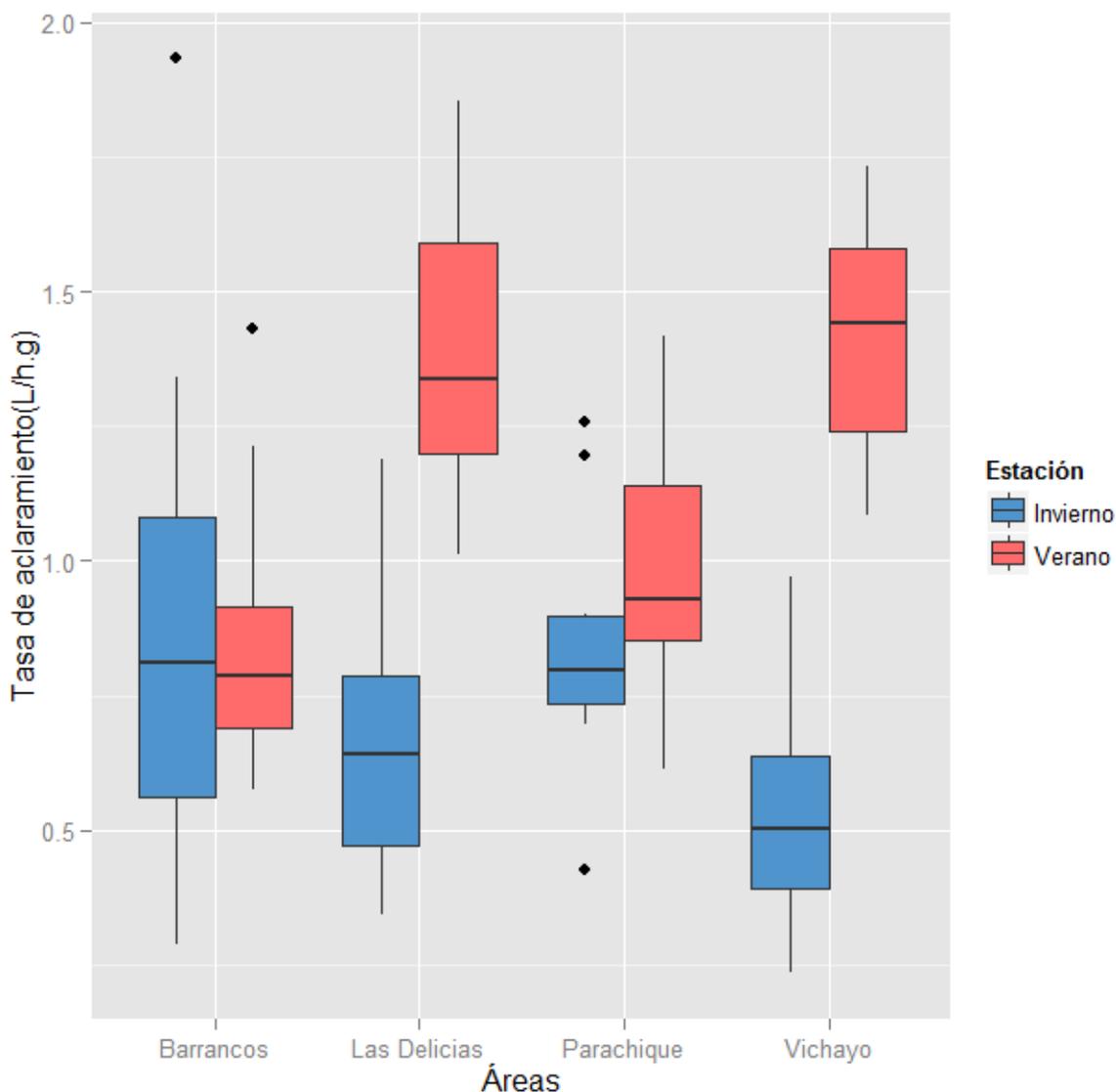


Figura 15: Tasas de aclaramiento estandarizadas ($L.h^{-1}.g^{-1}$) de la *Argopecten purpuratus* en cuatro áreas de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.

La prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney aplicada para comparar las tasas de aclaramiento registradas en invierno y verano muestra diferencias significativas en las áreas de Vichayo y Las Delicias (Tabla 14, Anexo 28).

En la estación de invierno y verano la comparación de las tasas de aclaramiento entre áreas resultó significativa según el test de Kruskal-Wallis. En la estación de invierno se sólo las áreas de Vichayo ($0.529 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$) y Parachique ($0.840 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$) fueron estadísticamente diferentes y en verano Barrancos ($0.852 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$) y Vichayo ($1.412 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$), Barrancos y Las Delicias ($1.388 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$), Vichayo y Parachique ($0.992 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$) y Parachique y Las Delicias mostraron diferencias.

Tabla 14: Resultados del test Kruskal-Wallis usado para comparar las tasas de aclaramiento estandarizadas ($\text{L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$) de la concha de abanico entre áreas en la estación de invierno y verano.

Comparaciones	INVIERNO ($p= 0.0271$)			VERANO ($p\text{-value} = 4.237e^{-5}$)		
	Obs. Dif	Critical Dif.	Difference	Obs. Dif	Critical Dif.	Difference
Barrancos-Vichayo	11.964	14.142	FALSE	22.205	15.100	TRUE
Barrancos-Parachique	2.400	14.142	FALSE	5.538	15.100	FALSE
Barrancos-Las Delicias	6.700	14.474	FALSE	21.038	15.100	TRUE
Vichayo-Parachique	14.364	13.801	TRUE	16.667	14.768	TRUE
Vichayo-Las Delicias	5.264	14.142	FALSE	1.167	14.768	FALSE
Parachique-Las Delicias	9.100	14.142	FALSE	15.500	14.768	TRUE

Los valores de la tasa de aclaramiento estandarizados fluctuaron entre 0.529 y $1.412 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$, este rango es cercano a los valores que figuran en la literatura para *Argopecten purpuratus* que oscilan entre 0.689 y $1.199 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$ (Chávez, 2009) y entre 1.965 y $4.123 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$ (Soria *et al.*, 2007). Así mismo los valores obtenidos en este estudio son similares a los de *Argopecten irradians* y *A. concentricus* 1.31 y $1.75 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$ respectivamente (Kirby y Smith, 1970, citados por Shumway, 1991). Para otras especies como *Mulinia edulis* y *Mytilus chilensis* en un estudio *in situ* se han reportado valores de 0.22 - 1.90 y 0.08 - $4.971 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$ respectivamente (Velasco y Navarro, 2005) y para *M. edulis* valores de 0.74 - $1 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$ (Velasco y Navarro, 2003) (Tabla 1).

Los valores encontrados en la literatura difieren ligeramente de los obtenidos en el presente estudio, lo cual puede deberse al hecho que la mayoría de los estudios fisiológicos se realizan en el laboratorio a diferencia de esta investigación que se realizó *in situ*. De acuerdo a Velasco y Navarro (2005) y Sroczyńska *et al.* (2012) esta diferencia podría ser originada por las diferentes metodologías empleadas o las diferencias en las condiciones experimentales, diferentes especies, distintas latitudes, tipos de bahías y tratamientos. Además de la variabilidad en la composición del alimento ofertado ya que el seston natural contiene una mayor diversidad de componentes que el seston preparado artificialmente, y su concentración y calidad puede variar durante periodos cortos de tiempo impidiendo la aclimatación como se realiza en el laboratorio (Hawkins *et al.* 1996, Urrutia *et al.* 1996, Cranford *et al.* 1998 citados por Velasco y Navarro 2005).

Por otro lado, los resultados muestran que sólo dos áreas presentaron diferencias significativas entre verano e invierno. El incremento muy poco notable de la temperatura (aprox. 2°C) durante la estación de verano además de la muy baja correlación que se obtuvo entre la temperatura y las tasas fisiológicas indican que la diferencia entre áreas no se debió a este factor. Estos resultados pueden ser explicados por la capacidad de adaptación a variaciones térmicas cíclicas que tienen frecuencias diurnas, estacionales e interanuales (Nieves *et al.*, 2009). La capacidad de adaptación (aclimatación térmica) ha sido definida por Crisp y Ritz (1967, citado por Nieves *et al.*, 2009) como un ajuste metabólico que un organismo presenta como respuesta directa a un cambio de la temperatura ambiental, el cual no es de origen genético y que es logrado mediante la modificación de algunas tasas fisiológicas, las cuales a su vez influyen en el metabolismo del organismo.

De acuerdo con Widdows y Bayne (1971); Widdows (1976) citados por Kjerulf (2007) indican que la aclimatación inmediata, corta o larga, induce a diferentes respuestas de las tasas de aclaramiento de los bivalvos de acuerdo con las variaciones térmicas naturales de la zona de cría. Para *Mytilus edulis* demostró que cuando el bivalvo vive en un ambiente con pocas fluctuaciones de temperatura, la tasa de aclaramiento es termodependiente en un amplio intervalo de temperaturas de exposición. Por el contrario, aquellos individuos sometidos a marcadas fluctuaciones, presentan una zona de termoindependencia

comprendida en el rango habitual de temperaturas. Encontró además que tanto la tasa de aclaramiento como la de respiración de *M. edulis*, presentan un alto grado de independencia a la temperatura después de haber experimentado un período de aclimatación tanto a regímenes térmicos constantes como fluctuantes. La exposición a los cambios de temperatura de la concha de abanico, *A. purpuratus*, puede ser la explicación a la termoindependencia que muestran los resultados.

Aunque no se han tenido registros de otros factores abióticos además de la temperatura, otra posible explicación a que no todas las áreas presentaron diferencias estacionales puede ser la influencia de aguas de descarga continental en la estación de verano causando una disminución de la salinidad, ya que el área de Parachique y Barrancos se encuentran cerca al Estuario de Virrilá (Fig. 3). De acuerdo a Navarro y González (1998), la salinidad tiene un efecto directo sobre la actividad metabólica. Encontraron que cuando ejemplares de la concha de abanico son expuestos a bajas salinidades, la tasa de filtración disminuye, de manera que un ejemplar que filtra $2.6 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ en una salinidad de 30‰, baja a $0.12 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, si es expuesto a una salinidad de 18 ‰.

Como se ha mencionado anteriormente las tasas fisiológicas dependen de diversos factores entre ellos la oferta de alimento y ciclo reproductivo. Aunque la relación entre el fitoplancton inicial y las tasas de aclaramiento no fue significativa ($p>0.05$) (Tabla 15), el ciclo reproductivo podría estar ejerciendo un efecto significativo sobre la tasa de aclaramiento (Jørgensen *et al.*, 1986; Newell y Thompson, 1984; Famme *et al.* 1986, estos últimos citados por Filgueira, 2007). La concha de abanico presenta máximos picos de desove desova durante las temporadas de primavera y verano (Avendaño y Cantilláñez, 2008; Wolff, 1998). Esto podría explicar las diferencias de las tasas de aclaramiento entre áreas en verano, ya que de acuerdo con Widdows (1978) citado por Rueda y Smaal (2004), Moschino y Marin (2006), Filgueira (2007) el ciclo reproductivo ejerce un efecto significativo sobre las tasas de aclaramiento.

En la estación de invierno sólo dos áreas presentaron diferencias entre las tasas de aclaramiento a diferencia de la estación de verano que casi casi todas las áreas fueron

diferentes entre sí. Esto puede ser porque las condiciones iniciales el invierno fueron más similares (Tabla 4).

3.8. RELACIÓN ENTRE LOS FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS Y LAS TASAS FISIOLÓGICAS

En la Tabla 15 se puede observar que el valor Rho de la correlación de Spearman entre las tasas fisiológicas y el peso, talla, temperatura, oxígeno disuelto y la concentración fitoplanctónica inicial. Todos los valores de Rho indican una muy baja asociación o relación entre las variables, a excepción de las correlaciones entre las tasas fisiológicas y el peso y talla. Esta relación es muy típica en diferentes organismos, muchos autores han mencionado encontrar esta misma relación (Chávez, 2009; Balducci y Mendo, 2011; Resgalla et. al., 2006; Vahl, 1981 citado por Shumway *et al.*, 1988; Sukhotin *et al.* 2003; Bougrier *et al.*, 2005). Por otro parte, la relación inversa entre las tasas y el oxígeno disuelto inicial, es la misma encontrada para la misma especie por Chávez (2009) y Balducci y Mendo (2011), quienes indican que el oxígeno disuelto inicial no ejerció influencia sobre el comportamiento respiratorio.

Tabla 15: Valores Rho de la correlación de Spearman entre las tasas fisiológicas de la concha de abanico y algunos factores bióticos y abióticos iniciales tomados durante los experimentos.

	Peso(g)	Talla (mm)	Oxígeno disuelto (mgO₂)	Temperatura (°C)	Fitoplancton (cel/ml)
Tasa de consumo de oxígeno (mg O₂.h⁻¹.g⁻¹)	-0.781 <i>p</i> <0.05 n=114	-0.721 <i>p</i> <0.05 n=114	-0.136 <i>p</i> >0.05, n=114	0.102 <i>p</i> >0.05, n=114	0.197 <i>p</i> >0.05, n=78
Tasa de aclaramiento (L.h⁻¹.g⁻¹)	-0.814 <i>p</i> <0.05 n=89	-0.808 <i>p</i> <0.05 n=89	-0.108 <i>p</i> >0.05, n=78	0.299 <i>p</i> <0.05, n=89	0.187 <i>p</i> >0.05, n=89

La relación encontrada entre las tasas fisiológicas y la temperatura obtenida en esta investigación concuerda con los resultados obtenidos en un experimento *in situ* para Balducci y Mendo (2010) que indican que las tasas de respiración y aclaramiento de *A. purpuratus*, en la Bahía de Sechura, no muestran relación alguna con la temperatura del medio. Del mismo modo, Chávez (2009) para en un experimento *in situ* en la Bahía de Paracas, determinó que las variaciones iniciales de oxígeno no afectan la tasa de respiración

de las conchas de abanico. En Chile, Díaz & Martínez (1992, citado por Soria *et al.* 2007) obtuvieron los mismos resultados y por otro lado, Navarro *et al.* (2000) no obtienen diferencias significativas en el consumo de oxígeno de *Argopecten purpuratus* expuestos a diferentes combinaciones de dietas y temperaturas (16 y 20°C). Bayne *et al.* (1976) citado por Marsden (1999) obtuvieron la misma relación para *Paphies donacina*, donde la tasa de consumo de oxígeno no presentó relación con la concentración de oxígeno inicial ni con el porcentaje de oxígeno disuelto en el medio. Lértora (2011) para *Gari solida* en un experimento *in situ* en la Bahía de Paracas, tampoco encontró relación entre la actividad respiratoria y filtradora con la temperatura del medio, al igual que los resultados mostrados por Savina y Pouvreau (2004) citados por el mismo autor.

Marsden (1999), quién realizó un análisis de regresión múltiple para determinar la importancia de las variables masa corporal, temperatura, estación y consumo de oxígeno sobre la tasa de consumo de oxígeno de *Paphies donacina*, demostró que la tasa de consumo era explicada por un 63% por el peso corporal y un 27% por la temperatura del medio. Vahl (1981) citado por Shumway *et al.* (1988) para *Chlamys islándica*, sugiere que la tasa metabólica sería explicado por la disponibilidad de alimento y estadio reproductivo. Estos resultados corroboran los resultados del presente estudio.

V. CONCLUSIONES

1. Se comprobó que existe una relación inversa entre las tasas fisiológicas específicas y el tamaño de la concha de abanico, es decir que cuanto menor es el tamaño de la concha, mayor será la tasa de aclaramiento y tasa de consumo de oxígeno, existiendo diferencias significativas en las tasas de consumo de oxígeno y aclaramiento entre individuos de diferentes tamaños.
2. Las tasas de aclaramiento y consumo de oxígeno presentaron una relación alométrica con el tamaño de los organismos. Las curvas de ajuste obtenidas para cada área y estación del año estudiadas no presentaron diferencias significativas.
3. Las tasas de consumo de oxígeno estandarizadas en Barrancos fueron 1.266 y 1.053, en Vichayo 1.084 y 1.525, en Parachique 1.413 y 1.105 y en Las Delicias 1.167 y 1.273 $\text{mg O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ en invierno y verano respectivamente. Las tasas de consumo de oxígeno entre áreas no fueron diferentes en invierno pero sí en verano en tres áreas.
4. Las tasas de aclaramiento estandarizadas en Barrancos fueron 0.889 y 0.852, en Vichayo 0.529 y 1.412, en Parachique 0.840 y 0.992 y en Las Delicias 0.661 y 1.388 $\text{L} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ en invierno y verano respectivamente. Las tasas de aclaramiento fueron diferentes entre dos áreas para la estación de invierno y en casi todas las áreas para verano.
5. El oxígeno disuelto y la temperatura inicial no ejerció influencia sobre las tasas de consumo de oxígeno y aclaramiento de la concha de abanico.

VI. RECOMENDACIONES

1. Considerar en estudios futuros la cuantificación de materia orgánica particulada en el seston con la finalidad de evaluar su efecto sobre la tasa de aclaramiento.
2. Considerar la selectividad alimenticia de la *A. purpuratus* para relacionarla con las tasas de aclaramiento.
3. Considerar el estado reproductivo, salinidad y otros factores abióticos además de la temperatura y oxígeno disuelto en estudios futuros para evaluar su efecto en las tasas fisiológicas.
4. Realizar otro estudio de determinación de tasas fisiológicas *in situ* con mayor número de repeticiones y en las cuatro estaciones del año para que se incluyan en los modelos de estimación de capacidad de carga.
5. Realizar el experimento en laboratorio para comparar los valores con los obtenidos *in situ* de *Argopecten purpuratus* y determinar factores que podrían estar afectando las tasas fisiológicas.
6. Para la estimación de la capacidad de carga productiva se recomienda tomar los valores de las tasas fisiológicas registradas *in situ*, ya que reflejarían mejor las condiciones naturales del medio.
7. Realizar otros estudios similares en otras áreas de la costa peruana.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKABOSHI, S. E ILLANES, J. E. 1983. Estudio experimental sobre captación, pre-cultivo y cultivo en ambiente natural de *Chlamys (Argopecten) purpuratus*, Lamarck 1819, en Bahía Tongoy, IV Región, Coquimbo. pp 233-256.

ÁLAMO, V. Y VALDIVIESO, V. 1997. Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú. 2da. Edición, Publicación Especial. Instituto del Mar del Perú.

ANESTIS A., PÖRTNER H. O., KARAGIANNIS D., ANGELIDIS P., STAIKOU A. Y MICHAELIDIS, B. 2010. Response of *Mytilus galloprovincialis* (L.) to increasing seawater temperature and to martellosis: Metabolic and physiological parameters. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 156: 57–66.

AVENDAÑO, M. Y CANTILLÁNEZ, M. 2005. Crecimiento y estructura demográfica de *Argopecten purpuratus* en la Reserva Marina La Rinconada, Antofagasta, Chile. *Ciencias Marinas*, 31 (3): 491-503.

AVENDAÑO, M. Y CANTILLÁNEZ, M. 2008. Aspectos biológicos y poblacionales de *Argopecten purpuratus* en la reserva marina La Rinconada: contribución para su manejo. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 249–266.

AVILA, M., SEGUEL, M., PLAZA, H., BUSTOS, E., OTAIZA, R. 1994. Estado de situación y perspectivas de la acuicultura en Chile. Informe CORFO– IFOP 94/1. 170 pp.

BALDUCCI, N Y MENDO, J. 2010. Variación circadiana de la tasa de respiración y filtración de *Argopecten purpuratus* en la Bahía de Sechura, Piura, Perú. Libro de resúmenes del Seminario “Bases científicas y tecnológicas para incrementar la productividad del cultivo de concha de abanico en áreas de repoblamiento en la Bahía de Sechura”. Piura. pp.47-52.

BAYNE, B. Y NEWELL, R. 1983. Physiological energetics of marine molluscs. In: Wilburg, K.M., Saleuddin, A.S.M.Ž. Eds., *The Mollusca*, Vol. 4. Academic Press, London, pp. 407–415.

BERTALANFFY VON L. 1957. *The Quarterly Review of Biology*. Vol. 32(3), pp. 217-231.

BOUGRIER, S., GEAIRON, P., DESLOUS-PAOLI, J., BACHER, C., JONQUIERES, G. 1995. Allometric relationships and effects of temperature on clearance and oxygen consumption rates of *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture*, (134): 143–154.

BRAND, A. 1991. Scallop ecology: Distribution and behavior. In: S. Shumway (ed.), *Scallop: Biology, ecology and aquaculture*, pp. 517-583. Elsevier, Amsterdam.

BREY, T. 2001. Population dynamics in benthic invertebrates. *Virtual Handbook on Population Dynamics*. Version 01.2. (en línea). Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany. Consultado el 15 de Setiembre. Disponible en: <http://www.awi-remershaven.de/Benthic/Ecosystem/FoodWeb/Handbook/main.html>.

BRILLANT, M. Y MACDONALD, B. 2000. Postingestive selection in the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin): the role of particle size and density. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 253:211-227.

CABRERA, P. 2011. Variación de la condición somática y reproductiva de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*, Lamarck 1819), y su relación con las variables ambientales, en la Bahía de Sechura, Piura. Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional Agraria La Molina. 76 p.

CALDERER, A. 2001. Influencia de la Temperatura y Salinidad sobre el crecimiento y consumo de oxígeno de la Dorada *Sparus aurata*. Departamento de biología animal. Universidad de Barcelona. España.

CANTILLANEZ, M., AVENDAÑO, M., THOUZEAU G. y PENNEE M. 2005. Reproductive cycle of *Argopecten purpuratus* (Bivalvia: Pectinidae) in La Rinconada marine reserve (Antofagasta, Chile): Response to environmental effects of El Niño and La Niña. *Aquaculture*. 246:181-195.

CHÁVEZ, C. 2009. Determinación de la tasa de filtración y la tasa de respiración de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* en playa Atenas, Bahía de Paracas. Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional Agraria La Molina. 82 p.

CHRISTOPHERSEN, G. 2000. Effects of air emersion on survival and growth of hatchery reared great scallop spat. *Aquaculture International*. 8:158-168.

COUGHLAN, J. 1969. The estimation of the filtering rate from the clearance of suspensions. *Mar, Biol.* 2. 356- 358.

DE BOECK, G.; VLAEMINCH, A.; VAN DER LINDEN, A.; BLUST, R. 2000. Salt stress and resistance to hypoxic challenge in the common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Fish Biology*. 57:761-776.

DECKER, C., CAPRAIS, J., KHRIPOUNOFF, A., OLU, K. 2012. First respiration estimates of cold-seep vesicomyid bivalves from *in situ* total oxygen uptake measurements. *Comptes Rendus Biologies* 335. 261–270.

DELGADO, M., PÉREZ CAMACHO, A., ALBENTOSA, M. 2002. Balance energético en la almeja *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758). *Boletín Instituto Español de Oceanografía*. 18 (1-4). 2002: 301-306.

DES ABBAYES, H; CHADEFAUD, M; FELDMANN, J; DE FERRÉ, Y; GAUSSEN, H; GRASSÉ, P; PRÉVOT, A.R. 1989. Botánica vegetales inferiores. En: Editorial Reverté, S.A. (Ed). España. 320pp.

DIAZ R. J. 2000. Overview of hypoxia around the world. *Journal of Enviromental Quality* 30:275-281.

DI SALVO, L. H., ALARCON, E., MARTINEZ, E., URIBE, E. 1984. Progress in mass culture of *Argopecten purpuratus* with notes on its natural history. *Rev. Chilena de Historia Natural*. 57: 3345.

FARÍAS, A., URIARTE, I., VARAS, P., 1997. Estudio de los requerimientos nutricionales del ostión del Norte *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) durante el acondicionamiento reproductivo. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 32, 127–136.

FILGUEIRA, R. 2007. Comportamiento alimentario del mejillón *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) en las condiciones tróficas de las Rías Gallegas. Tesis para optar el grado de doctor en Ciencias del Mar. Universidad de Vigo.157 p.

FLORES, A. 2012. Tasa de filtración e ingestión y consumo de oxígeno de *Argopecten purpuratus* en condiciones de laboratorio. Estudio bio oceanografico para determinación de la capacidad de carga en la bahía de Sechura. IMARPE (Instituto del Mar del Perú).Cap.13:p.192-206.

GEORGE, A. 1997. Determinación de la tasa de respiración de la almeja Catarina (*Argopecten ventricosus*) en función de la talla bajo condiciones de laboratorio. Tesis para optar el título de Biólogo Marino. México. Universidad Autónoma de Baja California.75p.

GONZALES, J; SEGURA, M; MACALUPÚ, R. 2012. Mortandad de concha de abanico frente a Vichayo, Barrancos y Parachique (Sechura), 16 Febrero 2012. Informe del IMARPE (Instituto del Mar del Perú) Piura. Revisado el 24 de septiembre del 2014, disponible en: http://www.imarpe.gob.pe/paita/informes/Inf_mortal_cabanico160212.pdf

GONZALEZ, A. 2010. Efecto combinado de temperatura y dieta en el crecimiento, composición bioquímica y respiración de juveniles de almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* (Sowerby 1835). Tesis para optar el título de Biólogo Marino. México. Universidad del Mar.94p.

GUNASINGH, J., NANDAKUMAR, K., JESUDOSS, K., AZARIAH, J., SATAPATHY, K. Y NAIR, K. 2002. Influence of temperature on the physiological responses of the bivalve *Brachidontes striatulus* and its significance in fouling control. Marine Environmental Research 53. 51–63.

HANKINS, A., WILSON, I., BAYNE, B. 1987. Thermal responses reflect protein turnover in *Mytilus edulis* L. Functional Ecology.1. 339-351.

HATCHER, A., GRANT, J., SCHOFIELD, B. 1997. Seasonal changes in the metabolism of cultured mussels (*Mytilus edulis* L.) from a Nova Scotian inlet: the effects of winter ice cover and nutritive stress. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 217:63-78.

HAURE, J., HUVET, A., PALVADEAU, H., NOURRY, M., PENISSON, C., MARTIN, J. Y BPUDRY, P. 2003. Feeding and respiratory time activities in the cupped oysters *Crassostrea gigas*, *Crassostrea angulata* and their hybrids. *Aquaculture* 218. 539–551.

HAURE, J., PENISSON, C., BOUGRIER, S., BAUD, J.P., 1998. Influence of temperature on clearance and oxygen consumption rates of the flat oyster *Ostrea edulis*: determination of allometric coefficients. *Aquaculture* 169. 211–224.

HERNÁNDEZ, Z., HERNÁNDEZ AREVALO, J., MATUS, P., CRUZ-CASALLAS, E. 2007. Consumo de oxígeno en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) durante diferentes etapas de desarrollo corporal. Universidad de Los Llanos. Colombia. *Orinoquia*. 11(1):49-55.

HILL, R. 1980. Fisiología animal comparada: un enfoque ambiental. En: Editorial Reverté, S.A. (Ed). España. Cap. 2: 10-29 pp.

HO KANG, K., PARK, H., HUN KIM, Y., CHEON, S. Y ZHOU, B. 2008. Filtration and oxygen consumption rates on various growth stages of *Scapharca broughtonii* spat. *Aquaculture Research*. 39. 195-199.

IGLESIAS, J., NAVARRO, J., ALVAREZ, J., ARMENTIA, I. 1992.) Feeding, particle selection and absorption in cockles *Cerastoderma edule* (L.) exposed to variable conditions of food concentration and quality. *J Exp Mar Biol Ecol* 162:177-198

IMARPE, 2007. Estudio de línea base del ámbito marino de la Bahía de Sechura.

IMARPE, 2012. Informe final. Estudio Bio-oceanográfico para determinación de la capacidad de carga en la Bahía de Sechura.

- INOUE, T., YAMAMURO, M. 2000. Respiration and ingestion rates of the filter-feeding bivalve *Musculista senhousia*: implications for water-quality control. J. Mar. Syst. 26, 183–192.
- IWAMA G., TAKEMURA A., TAKANO K. 1997. Oxygen consumption rates of tilapia in fresh water, sea water, and hypersaline sea water. Journal of Fish Biology 51:886 - 94.
- JARA, F. 2000. Estudio comparativo de crecimiento en longitud y mortalidad del ostión del norte *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) entre cultivos suspendidos tipo "Loop Cord" y linternas, en la bahía de Tongoy, Coquimbo, IV región, Chile. Memoria para optar al título de Ingeniero en Acuicultura. Universidad Católica del Norte. Coquimbo. 49pp.
- JÄRNEGREN, J. Y ALTIN, D. 2006. Filtration and Respiration of the deep living bivalve *Acesta excavata* (J.C.Fabricius, 1779) (Bivalvia; Limidae). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 334, pp 122-12.
- JIANG, A., GUO, J., CAI, W., WANG, C. 2008a. Oxygen consumption of the ascidian *Styela clava* in relation to body mass, temperature and salinity. Aquaculture Research, 39(1):1562–1568.
- JIANG, A., LIN, J., WANG, C. 2008b. Physiological energetics of the ascidian *Styela clava* in relation to body size and temperature. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 149:129–136.
- JONES, H., PILDITCH, C., BRYAN, K., HAMILTON, D. 2011. Effects of infaunal bivalve density and flow speed on clearance rates and near-bed hydrodynamics. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 401. 20–28.
- JØRGENSEN, C.B. 1990. Bivalve Filter Feeding: Hydrodynamics, Bioenergetics, Physiology and Ecology. Olsen and Olsen, Fredensborg, Denmark, pp. 144.
- JØRGENSEN, C.B., P. FAMME, H.S. KRISTENSEN, P.S. LARSEN, F. MØHLENBERG Y H.V. RIISGARD. 1986. The bivalve pump. Mar. Ecol. Prog. Ser.34, pp. 69-77.

- KJERULF, J. 2007. Ascidian suspension feeding. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 342. 127–137.
- LAING, I. 2004. Filtration of king scallops (*Pecten maximus*). *Aquaculture* 240: 369-384.
- LAUDIEN, J., GILI, J., ARNTZ, W. 2006. Filter-feeding impact of the Mediterranean surf clams *Donax trunculus* (Bivalvia, Donacidae) on the plankton community. 2-7 pp.
- LÉRTORA, G. 2008. Evaluación in situ de la Tasa de Filtración y Respiración de la “almeja” *Gari solida* (Gray, 1828) en la Bahía de Paracas. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. 62 p.
- LÓPEZ, A. 2003. Tasa de filtración y aclaramiento en la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*) a dos tallas en función de la temperatura y calidad de alimento. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz. México.
- MACDONALD, B. A., THOMPSON, R. J. (1985A). Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. I. Growth rates of shell and somatic tissue. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 25: 279-294.
- MAO, Y., ZHOU, Y., HONGSHENG, Y. Y WANG, R. 2006. Seasonal variation in metabolism of cultured Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in Sanggou Bay, China. *Aquaculture* 253. 322– 333.
- MARSDEN, I. 1999. Respiration and feeding of the surf clam *Paphies donacina* from New Zealand. *Hydrobiologia*. 405.179- 188.
- MARSHALL, D.J, PERISSINOTTO, R. Y HOLLEY, J.F. (2003) Respiratory responses of themysid *Gastrosaccus brevifissura* (Peracarida: Mysidacea), in relation to body size, temperature and salinity. *Comparative Biochemistry and Physiology*. A 134 (2003) 257–266.
- MENDO, J., C. YAMASHIRO, J. RUBIO, A. CAMELLA, E. JURADO, M. MALDONADO, Y S. GUZMAN. 1989. Evaluación de la concha de abanico (*Argopecten*

purpuratus) en la Bahía Independencia, Pisco, Perú. 23 septiembre-9 de octubre de 1987. Instituto del mar del Perú. Informe n° 94.

MENDO, J., YSLA L., ORREGO, H., MIGLIO, M., GIL P, DEL SOLAR A. 2011. Manual técnico para el repoblamiento de concha de abanico en la Bahía de Sechura. Proyecto FINCYT – Contrato N° 01 – 2009. 100p.

MENDO, J.; WOLFF, M.; CARBAJAL, W.; GONZÁLES, I.; BADJECK, M. 2008. Manejo y explotación de los principales bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la costa Peruana. En A. Lovatelli; A. Farías; I. Uriarte (eds). Taller regional de la FAO sobre el Estado Actual del Cultivo y Manejo de Moluscos Bivalvos y su Proyección Futura: Factores que Afectan su Sustentabilidad en América Latina. Actas de Pesca de la FAO. No. 12. Roma, FAO. pp. 101–114.

MENDO, J., WOLFF, M. 2003. El impacto de El Niño sobre la producción de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco, Perú. Ecología aplicada. 2(1): 51-57.

MØHLENBERG, F. y RIISGARD, H.U. 1978. Efficiency of particle retention in 13 species of suspension feeding bivalves. *Ophelia* 17(2): 239- 246. *Mar Ecol: Prog Ser* 129:189–196.

MORON A, VELAZCO F, BELTRAN L. 2006. Características hidrográficas y sedimentológicas de la Ensenada de Sechura. Inf. Interno DIO. Inst. Mar Perú.

MOSCHINO, V., MARIN, M. 2006. Seasonal changes in physiological responses and evaluation of “well-being” in the Venus clam *Chamelea gallina* from the northern Adriatic Sea. *Comp Biochem Physiol A: Mol Integr Physiol* 145:433–440.

MOYES D. CRISTOPHER Y SCHULTE M. PATRICIA. 2007. Principios de fisiología animal. Pearson Educación, S.A. Madrid pp.429.

NAVARRO, J. 2001. Fisiología energética de pectínidos Iberoamericanos. En: Martínez A. N. (ed). Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura. Limusa. México. Cap. 3: 61-76 pp.

- NAVARRO, J. Y GONZÁLEZ, C. 1998. Physiological responses of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* to decreasing salinities. *Aquaculture*. 167: 315-327 pp.
- NAVARRO, J., LEIVA, G., MARTÍNEZ, G. Y AGUILERA, C., 2000. Interactive effects of diet and temperature on the scope of growth of the scallop *Argopecten purpuratus* during reproductive conditioning. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 247, 67–83.
- NAVARRO, J. Y TORRIJOS, R. 1995. Fisiología energética de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) (Gastropoda: Muricidae) en la bahía de Yaldad, sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 68: 61 – 77.
- NAVARRO, J. Y WINTER, J. 1982. Ingestion rate, assimilation efficiency and energy balance in *Mytilus chilensis* in relation to body size and different algal concentrations. *Marine Biology*. 67: 255-266.
- NEWELL, R. I. E. Y JORDAN, S. J. 1983 Preferential ingestion of organic material by the American oyster *Crassostrea virginica*. *Marine Ecology Progress Series* 13, 47-53.
- NIEVES, M., ROMÁN-REYES, J.C., PIÑA, V., MEDINA-JASSO, A., LEAL, S., MIRANDA-BAEZA, AND J. MUÑOZ-DURAN. 2009. Balance energético de *Anadara tuberculosa* (SOWERBY, 1833) a diferentes temperaturas. *Revista de Investigaciones Marinas* 30, 135-144.
- OCAMPO, L. 1994. Evaluación del efecto de la temperatura y del peso en el consumo de oxígeno del camarón café *Penaeus californiensis* (Holmes 1900) (Decapoda: Penaeidae). Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz. 72 p.
- PEÑA, B. 2001. Taxonomía, morfología distribución y hábitad de los pectínidos Iberoamericanos. En: Maeda-Martínez A.N. (ed.) *Los Moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y Acuicultura*. Limusa. México. Cap. 1: 1-25 pp.
- PEÑUELA, Z., HERNANDEZ, G., CORREDOR, J., CRUZ, P. 2007. Consumo de oxígeno en carachama blanca (*Piaractus brachipomus*) durante diferentes etapas de desarrollo corporal. *Orinoquia*. Villavicencio, Colombia. Vol 11(001):49 – 55.

PÉREZ, A. Y ROMÁN, G. 1987. La reproducción en moluscos bivalvos. En: Reproducción en Acuicultura. CAYCIT. Espinoza y Lobarta Editores. La Coruña. España. 133-184pp.

PHILLIPSON J. 1975. Rainfall, primary production and "carrying capacity" of Tsavo National Park, Kenya. East African Wild Life Journal 18(4):171 – 201.

POUVREAU, S., JONQUIÈRES, G., BUESTEL, D .1999. Filtration by the pearls oyster *Pinctada margaritifera*, under conditions of low seston load and small particle size in a tropical lagoon habitat. Aquaculture 176:295-314.

REGUERA, B., ALONSO, R., MOREIRA, A., MÉNDEZ, S. 2011. Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas. COI de UNESCO y OIEA, Paris y Viena 2011. Manuales y Guías de la COI, 59 (español solamente).

RESGALLA, JR., BRASIL, E., LAITANO, K., REIS, R. 2007a. Physioecology of the mussel *Perna perna* (Mytilidae) in Southern Brazil. Aquaculture 270 (2007) 464–474.

RESGALLA, JR., BRASIL, E., SALOMÃO, L. 2006. Physiological rates in different classes of sizes of *Perna perna* (Linnaeus, 1758) submitted to experimental laboratory conditions. Brazilian Journal of Biology.66: 325- 336.

RESGALLA, JR., BRASIL, E., SALOMÃO, L .2007b. The effect of temperature and salinity on the physiological rates of the mussel *Perna perna* (Linnaeus 1785). Brazilian Archives of Biology and Technology 50, 543-556.

RIISGÅRD, H. 1988. Efficiency of particle retention and filtration rate in 6 species of Northeast American bivalves. Mar Ecol Prog Ser 45:217-223.

RIISGÅRD, H., KITTNER, C., SEERUP, D.F., 2003. Regulation of opening state and filtration rate in filter-feeding bivalves (*Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*) in response to low algal concentration. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 284, 105–127.

RIUS, F., WÄRNBERG, J. 2014. Bioestadística. España. 2 ed. Ediciones Paraninfo, S.A. 319 p.

ROSAS, C., MARTINEZ, E., GAXIOLAL, G., BRITO, R., DIAZ-IGLESIA, E., SOTO, L. 1998. Effect of dissolved oxygen on the energy balance and survival of *Penaeus setiferus*. Marine Ecology Progress Series. 174: 67-75.

ROUILLON, G., MENDO, J., OCHOA, N. 2002. Fitoplancton en el contenido estomacal de *Argopecten purpuratus* (Mollusca, Bivalvia) suspendida a diferentes profundidades en Bahía Independencia. Bases ecológicas y socioeconómicas para el manejo de recursos vivos de la reserva nacional de Paracas. pp. 60-67.

RUEDA, J.; SMAAL, A. 2004. Variation of the physiological energetics of the bivalve *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778) within an annual cycle. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 301:141-157.

SAVINA, M.; POUVREAU, S. 2004. A comparative ecophysiological study of two infaunal filter-feeding bivalves: *Paphia rhomboides* and *Glycymeris glycymeris*. Aquaculture 239 (2004) 289-306.

SÁNCHEZ, S.; DELGADO, E. 2012. Análisis de la comunidad fitoplanctónica. Estudio bio oceanográfico para determinación de la capacidad de carga en la bahía de Sechura. IMARPE (Instituto del Mar del Perú).Cap.9:p.106-130.

SAUCEDO, P., OCAMPO, L., MONTEFORTE, M. y BERVERA, H. 2004. Effect of temperature on oxygen consumption and ammonia excretion in the Calafia mother-of-pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* (Hanely, 1856) Aquaculture 229 (2004) 377-387.

SCHULTE, E. 1975. Influence of algal concentration and temperature on the filtration rate of *Mytilus edulis*. In: Marine biology. La Spezia, Italy. 30:331 –341.

SHUMWAY, S.E. 1991. Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Elsevier Science Publishers B.V. New York, USA. 1095 pp.

SHUMWAY, S., BARTER, J., STAHLNECKER, J. 1988. Seasonal changes in oxygen consumption of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). J Shellfish Res 7: 77-82.

SHUMWAY, S., SELVIN, R. Y SCHICK, D. 1987. Food resources related to habitat in the scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1791): A qualitative study. J Shellf. Res. 6(2): 89-95.

SORIA, G., MERINI, G. BRAND, E. 2007. Effect of increasing salinity on physiological response in juvenile scallops *Argopecten purpuratus* at two rearing temperatures. Aquaculture 270 (2007) 451–463.

SROCZYŃSKA, K., BARROSO, G., CHÍCHARO, L. 2012. *In situ* effective clearance rate measurement of mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*) in a tropical estuary in Brazil. Ecohydrology Hydrobiology. 12 (4). 301-310.

STEAD, R. Y THOMPSON, R. 2003. Physiological energetics of the Protobranch bivalve *Yoldia hyperborean* in a cold ocean environment. Polar Biol. 26: 71–78.

SUKHOTIN, A., LAJUS, D., LESIN, P. 2003. Influence of age and size on pumping activity and stress resistance in the marine bivalve *Mytilus edulis* L. J. Exp. Mar.Biol. Ecol. 284, 129–144.

TANTANASARIT, C., SANDHYA, B., ENGLANDE A., MEKSUMPUN S. 2013. Influence of size and density on filtration rate modeling and nutrient uptake by green mussel (*Perna viridis*). Marine Pollution Bulletin 68 (2013) 38–45.

TAWARE, S., LADAGE, V. Y MULET, D. 2012. Oxygen consumption rate of the estuarine Psammobiid clam *Soletellina diphos* (Linnaeus) under various Environmental conditions. Indian Journal of Geo-Marine Sciences. 41(5).pp. 468-472.

URIBE, E. Y BLANCO, J.L., 2001. Capacidad de los sistemas acuáticos para el sostenimiento del cultivo de pectínidos: caso de *Argopecten purpuratus* en Bahía Tongoy, Chile. pp. 233-248.

URIBE, E., MORAGA, J., ZÚÑIGA, J., ROSALES, S., ÁLVAREZ, G., ÁVALOS, P. Y CHIRINO, S. 2008. Establecimiento de un protocolo de seguimiento ambiental para la determinación de la capacidad de carga para el cultivo del ostión del norte. Informe Final. Proyecto FIP N°2006-37. Universidad Católica del Norte. Coquimbo. 188 p.

VAHL, O .1973. Pumping and oxygen consumption rates of *Mytilus edulis* L. of different sizes. *Ophelia* 12:45-52.

VELASCO, L., NAVARRO, J. 2005. Feeding physiology of two bivalves under laboratory and field conditions in response to variable food concentrations. *Mar Ecol Prog Ser* 291:115-124.

VELASCO, L., NAVARRO, J. 2003. Energetic balance of infaunal (*Mulinia edulis*) and epifaunal (*Mytilus chilensis*) bivalves in response to wide variations in concentration and quality of seston. *J Exp Mar Biol Ecol* 296:79–92.

VILCHEZ, J; JUÁREZ, V Y MENDO, J. 2010 .Tasa de respiración y filtración de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* a diferentes profundidades, frente a la zona de Parachique, Bahía de Sechura, Piura. Libro de resúmenes del Seminario “Bases científicas y tecnológicas para incrementar la productividad del cultivo de la concha de abanico en áreas de repoblamiento en la Bahía de Sechura” Piura. 53-55.

WINTER, J.E. 1978. A review on the knowledge of suspension-feeding in lamellibranchiate bivalves, with special reference to artificial aquaculture systems. *Aquaculture*. 13: 1-33 pp.

WIDDOWS, J., JOHONSON, D. 1988. Physiological energetics of *Mytilus edulis*: scope for growth. *Mar. Ecol., Prog. Ser.* 46. 113–121.

WOLFF, M. 1988. Spawning and recruitment in the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 42. 213-217.

WONG, E., GONZALEZ, F., ANTILLON, GLEN, E. 1997. Efecto de varios agentes a diferentes niveles de pH, sobre la tasa de filtración de la piangua *Anadara tuberculosa* (Mollusca, Arcidae). *Revista de Biología Tropical*. 45(4):1453-1457.

YAMASHIRO, C., J. RUBIO., E. JURADO., E. AUZA., M. MALDONADO., P. AYON Y E. ANTONIETTI. 1990. Evaluación de la población de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco, Perú (20 de Febrero- 04 de Marzo de 1988). Informe 98 IMARPE. 58p.

YARYES, V. 1986. Cultivo del ostión del norte en la IV región. Estudio de prefactibilidad. IFOP, Chile. 23-45pp.

ZHUANG, S. Y WANG, Z. 2004. Influence of size, habitat and food concentration on the feeding ecology of the bivalve, *Meretrix meretrix* Linnaeus. *Aquaculture* 241. 689–699.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Barrancos para la estación de invierno.

Rango de tallas	Repetición	Oxígeno disuelto (mg/L)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de consumo de oxígeno			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					mg/h	Específica (mg/h.g)	Estandarizada (mg/h.g)	
[25-55mm>	1	8.46	8.26	1.000	7.188	1.312	48.00	2.013	1.534	1.707	16.66
	3	9.06	9.19	0.750	7.190	1.224	45.50	1.054	0.861	0.933	16.76
	Promedio					1.268	46.75	1.533	1.198	1.320	
[60-75mm>	1	8.44	8.12	1.000	7.191	4.175	64.70	2.876	0.689	1.209	16.96
	2	9.69	9.56	0.833	7.190	4.693	64.40	2.761	0.588	1.081	17.12
	Promedio					4.434	64.55	2.818	0.639	1.145	
[75-90mm>	1	8.83	8.17	1.000	7.189	12.359	84.40	5.320	0.430	1.157	16.56
	3	9.14	8.50	0.750	7.191	14.279	86.20	8.478	0.594	1.689	16.82
	Promedio					13.319	85.30	6.899	0.512	1.423	
[90-105mm>	1	8.38	7.61	1.000	7.190	19.147	99.50	6.111	0.319	1.019	16.80
	2	8.74	8.32	0.833	7.188	17.436	102.00	5.262	0.302	0.929	16.84
	3	8.86	8.15	0.750	7.189	16.398	102.00	9.106	0.555	1.668	16.86
	Promedio					17.661	101.17	6.826	0.392	1.205	
Blanco	1	8.66	8.74	1.000	7.189						16.76
	2	9.22	9.41	0.833	7.189						16.88
	3	9.28	9.52	0.750	7.189						16.88

Anexo 2. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Barrancos para la estación de verano.

Rango de tallas	Repetición	Oxígeno disuelto (mg/L)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de consumo de oxígeno			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					mg/ h	Específica (mg/h.g)	Estandarizada (mg/h.g)	
[25-55mm>	1	3.79	3.71	1.000	7.188	0.493	30.00	0.934	1.895	1.534	18.94
	2	2.64	2.55	1.000	7.189	0.973	29.00	0.575	0.591	0.586	18.74
	3	4.61	4.41	0.917	7.190	1.706	33.00	1.490	0.874	1.025	18.86
	Promedio					1.057	30.67	1.000	1.120	1.048	
[60-75mm>	1	3.69	3.21	1.000	7.191	6.933	68.00	3.811	0.550	0.980	18.84
	2	2.72	2.08	1.000	7.190	6.203	69.00	4.529	0.730	1.260	18.74
	3	4.75	4.28	0.917	7.188	4.658	63.00	3.607	0.774	1.226	18.88
	4	6.82	6.50	1.000	7.189	3.774	60.00	2.157	0.571	0.850	19.02
Promedio					5.392	65.00	3.526	0.656	1.079		
[75-90mm>	1	3.58	2.99	1.000	7.189	10.456	79.00	4.601	0.440	0.887	18.82
	3	4.51	3.88	0.917	7.191	11.880	75.00	4.864	0.409	0.858	18.80
	4	6.71	6.01	1.000	7.189	10.118	75.00	4.888	0.483	0.965	18.96
Promedio					10.818	76.33	4.738	0.443	0.903		
[90-105mm>	1	3.52	2.40	1.000	7.190	11.203	92.00	8.412	0.751	1.545	18.78
	2	2.68	1.58	1.000	7.188	18.316	93.00	7.835	0.428	1.020	18.88
	2	2.68	1.70	1.000	7.191	13.603	92.00	6.975	0.513	1.118	18.74
	3	4.48	3.16	0.917	7.189	24.686	99.00	10.274	0.416	1.085	18.80
	4	6.52	5.51	1.000	7.190	20.460	98.00	7.118	0.348	0.857	19.04
Promedio					17.654	94.80	8.123	0.491	1.125		

Blanco	1	3.64	3.69	1.000	7.189	16.76
	2	2.63	2.62	1.000	7.189	16.88
	3	4.80	4.79	0.917	7.189	16.88
	4	6.85	6.83	1.000	7.188	

Anexo 3. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Vichayo para la estación de invierno

Rango de tallas	Repetición	Oxígeno disuelto (mg/L)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de consumo de oxígeno			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					mg/h	Específica (mg/h.g)	Estandarizada (mg/h.g)	
[25-55mm>	1	4.80	4.72	0.917	7.190	1.708	49.80	0.706	0.413	0.507	15.66
	2	5.51	5.33	0.833	7.190	3.054	53.00	1.122	0.367	0.563	16.58
	4	5.28	5.19	0.833	7.189	1.206	48.00	2.330	1.932	2.076	15.68
	5	6.07	5.95	0.917	7.189	0.995	45.20	1.176	1.182	1.180	15.66
	6	6.25	6.14	0.833	7.189	1.387	48.00	1.122	0.809	0.917	15.88
	Promedio						1.670	48.80	1.291	0.941	1.049
[60-75mm>	1	4.87	4.58	0.917	7.190	4.612	67.10	2.353	0.510	0.916	15.66
	2	5.85	5.54	0.833	7.189	4.409	64.40	2.243	0.509	0.898	15.88
	4	5.20	4.97	0.833	7.190	7.127	69.30	3.538	0.496	1.053	15.62
	5	6.05	5.77	0.917	7.190	3.573	67.70	2.432	0.681	1.108	15.64
	6	6.12	5.75	0.833	7.190	4.355	66.80	3.365	0.773	1.357	15.68
	Promedio						4.815	67.06	2.786	0.594	1.067
[75-90mm>	2	5.30	4.82	0.833	7.190	17.887	79.60	3.710	0.207	0.626	16.70
	3	6.01	5.56	0.833	7.190	8.871	84.00	5.004	0.564	1.301	15.54
	5	6.32	5.52	0.917	7.190	11.547	85.40	6.510	0.564	1.439	15.68
	6	6.45	5.89	0.833	7.190	10.696	81.30	5.004	0.468	1.160	15.76
	Promedio						12.250	82.58	5.057	0.451	1.131
[90-105mm>	1	4.89	4.09	0.917	7.188	19.958	100.00	6.352	0.318	1.002	15.70
	2	5.60	4.96	0.833	7.188	10.016	101.00	5.089	0.508	1.228	16.24
	4	5.28	4.81	0.833	7.190	18.911	101.50	5.608	0.297	0.914	15.72
	5	6.23	5.55	0.917	7.190	14.087	92.00	5.569	0.395	1.089	15.70

	6	6.30	5.62	0.833	7.190	12.789	94.40	6.039	0.472	1.253	15.76
	Promedio					15.152	97.78	5.731	0.398	1.097	
Blanco	1	4.82	4.83	0.917	7.189						15.58
	2	5.54	5.49	0.833	7.189						16.14
	3	4.47	4.60	0.833	7.191						15.38
	4	5.35	5.53	0.833	7.191						15.62
	5	6.24	6.27	0.917	7.191						15.64
	6	6.32	6.34	0.833	7.191						15.70

Anexo 4. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Vichayo para la estación de verano.

Rango de tallas	Repetición	Oxígeno disuelto (mg/L)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de consumo de oxígeno			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					mg/h	Específica (mg/h.g)	Estandarizada (mg/h.g)	
[25-55mm>	1	2.08	2.05	1.000	7.189	0.318	30.00	0.863	2.712	1.564	18.14
	2	2.09	1.97	1.000	7.188	0.946	33.00	1.150	1.216	1.184	18.04
	3	2.08	1.99	0.917	7.190	0.343	28.00	1.098	3.204	1.915	17.82
	4	2.17	2.06	1.000	7.189	0.818	32.00	0.935	1.143	1.038	17.82
	Promedio						0.606	30.75	1.011	2.069	1.425
[60-75mm>	1	2.06	1.52	1.000	7.188	4.387	66.00	4.529	1.032	2.100	18.00
	2	1.96	1.51	1.000	7.190	6.193	68.00	3.523	0.569	1.366	18.06
	3	2.11	1.60	0.917	7.191	6.600	65.00	4.393	0.666	1.648	17.74
	4	2.12	1.52	1.000	7.189	5.180	70.00	4.457	0.860	1.896	17.74
	Promedio						5.590	67.25	4.225	0.782	1.752
[75-90mm>	1	2.08	1.50	1.000	7.189	9.698	77.00	4.817	0.497	1.479	18.10
	2	2.09	1.52	1.000	7.189	10.186	76.00	4.385	0.431	1.313	17.82
	3	2.06	1.58	0.917	7.188	12.324	76.00	4.156	0.337	1.127	17.80
	4	2.16	1.54	1.000	7.191	8.392	78.00	4.602	0.548	1.524	17.74
	Promedio						10.150	76.75	4.490	0.453	1.361
[90-105mm>	1	2.09	1.21	1.000	7.191	16.078	95.00	6.975	0.434	1.647	18.00
	2	2.11	1.53	1.000	7.191	15.347	95.00	4.458	0.291	1.079	17.74
	3	2.04	1.20	0.917	7.189	16.590	97.00	6.979	0.421	1.622	17.76
	4	2.05	0.97	1.000	7.190	15.628	95.00	7.908	0.506	1.895	17.78
	Promedio						15.911	95.50	6.580	0.413	1.561

Blanco	1	2.08	2.17	1.000	7.190	18.06
	2	2.10	2.14	1.000	7.189	17.82
	3	2.14	2.19	0.917	7.189	17.82
	4	2.16	2.18	1.000	7.188	17.76

Anexo 5. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Parachique para la estación de invierno.

Rango de tallas	Repetición	Oxígeno disuelto (mg/L)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de consumo de oxígeno			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					mg/h	Específica (mg/h.g)	Estandarizada (mg/h.g)	
[25-55mm>	1	3.78	3.59	1.000	7.190	2.322	50.50	2.229	0.960	1.465	15.50
	2	3.74	3.66	1.000	7.190	1.514	50.70	1.366	0.903	1.111	15.34
	3	3.87	3.85	0.833	7.190	1.350	45.00	2.071	1.534	1.783	16.28
	Promedio					1.728	48.73	1.888	1.132	1.453	
[60-75mm>	4	5.19	4.98	0.917	7.190	4.501	68.30	2.275	0.505	1.076	16.78
Promedio						4.501	68.30	2.275	0.505	1.076	
[75-90mm>	1	3.72	3.08	1.000	7.191	9.9437	86.40	5.465	0.550	1.742	15.40
	3	3.9	3.7	0.833	7.191	10.918	82.00	3.624	0.332	1.103	16.22
	4	4.36	4.17	0.917	7.191	11.554	83.50	2.118	0.183	0.627	15.42
	Promedio					10.805	83.97	3.736	0.355	1.157	
[90-105mm>	1	3.61	2.85	1.000	7.189	15.741	95.00	6.326	0.402	1.604	15.50
	2	3.7	2.97	1.000	7.189	13.939	93.10	6.039	0.433	1.627	15.46
	3	3.75	3.11	0.833	7.189	14.019	93.30	7.419	0.529	1.993	16.66
	Promedio					14.566	93.80	6.595	0.455	1.742	
Blanco	1	3.58	3.7	1.000	7.190						15.34
	2	3.6	3.71	1.000	7.190						15.34
	3	3.72	3.94	0.833	7.190						16.42
	4	4.26	4.34	0.917	7.190						15.40

Anexo 6. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Parachique para la estación de verano.

Rango de tallas	Repetición	Oxígeno disuelto (mg/L)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de consumo de oxígeno			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					mg/h	Específica (mg/h.g)	Estandarizada (mg/h.g)	
[25-55mm>	1	1.99	1.92	1.000	7.191	0.497	34.00	0.791	1.592	1.281	17.70
	2	2.03	1.97	1.000	7.188	0.454	31.00	0.719	1.585	1.240	17.58
	3	2.10	2.06	1.000	7.189	0.482	31.00	0.503	1.044	0.833	17.60
	4	2.20	2.12	1.000	7.188	0.466	30.00	0.575	1.234	0.974	17.82
	Promedio					0.475	31.50	0.647	1.364	1.082	
[60-75mm>	1	1.91	1.66	1.000	7.189	2.794	60.00	2.085	0.746	1.026	17.62
	2	1.95	1.48	1.000	7.189	5.175	65.00	3.666	0.708	1.180	17.62
	3	2.11	1.86	1.000	7.191	3.443	63.00	2.013	0.585	0.858	17.66
	4	2.08	1.74	1.000	7.189	1.781	63.00	2.444	1.372	1.641	17.94
	Promedio					3.298	62.75	2.552	0.853	1.176	
[75-90mm>	1	1.99	1.41	1.000	7.188	8.139	76.00	4.457	0.548	1.049	17.60
	2	1.95	1.32	1.000	7.189	8.507	77.00	4.817	0.566	1.100	17.56
	3	2.02	1.58	1.000	7.190	9.776	76.00	3.379	0.346	0.701	17.64
	4	2.18	1.57	1.000	7.191	9.895	79.00	4.387	0.443	0.903	17.70
	Promedio					9.079	77.00	4.260	0.476	0.938	
[90-105mm>	1	1.81	0.94	1.000	7.189	14.211	91.00	6.542	0.460	1.049	17.66
	2	1.89	0.81	1.000	7.190	16.990	100.00	8.052	0.474	1.141	17.64
	3	1.99	0.62	1.000	7.189	18.113	100.00	10.064	0.556	1.365	17.56
	4	2.18	0.89	1.000	7.189	16.565	102.00	9.274	0.560	1.338	17.64
	Promedio					16.470	98.25	8.483	0.512	1.223	

Blanco	1	1.95	1.99	1.000	7.190	17.68
	2	2.01	2.05	1.000	7.191	17.66
	3	2.16	2.19	1.000	7.188	17.58
	4	2.20	2.20	1.000	7.190	17.76

Anexo 7. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Las Delicias para la estación de invierno.

Rango de tallas	Repetición	Oxígeno disuelto (mg/L)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de consumo de oxígeno			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					mg/h	Específica (mg/h.g)	Estandarizada (mg/h.g)	
[25-55mm>	1	5.16	5.08	1.000	7.190	1.205	40.40	1.654	1.372	1.476	15.94
	2	5.59	5.56	0.750	0.000	1.570	48.50	1.821	1.160	1.383	15.84
	3	6.05	5.93	0.917	0.000	1.395	48.00	1.804	1.293	1.472	15.88
	4	7.27	7.20	0.917	0.000	1.560	50.00	0.863	0.553	0.658	16.12
	Promedio						1.432	46.73	1.535	1.095	1.247
[60-75mm>	1	5.17	4.97	1.000	7.190	3.344	63.00	2.516	0.753	1.205	15.96
	2	5.71	5.53	0.750	0.000	3.859	66.00	3.259	0.845	1.430	15.94
	3	6.10	6.10	0.917	0.000	4.026	70.00	0.863	0.214	0.369	16.06
	4	8.56	8.27	0.917	0.000	3.733	67.00	2.588	0.693	1.159	17.46
	Promedio						3.740	66.50	2.307	0.626	1.041
[75-90mm>	1	5.01	4.58	1.000	7.189	8.589	85.00	4.170	0.485	1.123	15.98
	2	5.40	5.04	0.750	0.000	6.776	86.00	4.984	0.736	1.551	15.96
	3	5.85	5.62	0.917	0.000	7.572	87.00	2.667	0.352	0.775	15.98
	Promedio						7.646	86.00	3.940	0.524	1.150
[90-105mm>	1	5.05	4.44	1.000	7.191	14.354	92.70	5.465	0.381	1.076	16.00
	2	5.45	4.88	0.750	0.000	13.754	98.20	6.999	0.509	1.414	15.90
	3	5.90	5.24	0.917	0.000	11.352	99.50	6.040	0.532	1.372	15.92
	4	7.10	6.54	0.917	0.000	11.798	93.20	4.707	0.399	1.044	16.20
	Promedio						12.814	95.90	5.803	0.455	1.227
Blanco	1	5.27	5.42	1.000	7.190						16.06
	2	5.73	5.89	0.750	0.000						16.2

3	6.21	6.32	0.917	0.000	16.12
4	7.45	7.49	0.917	0.000	16.22

Anexo 8. Condiciones iniciales y tasas de consumo de oxígeno de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Las Delicias para la estación de verano.

Rango de tallas	Repetición	Oxígeno disuelto (mg/L)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de consumo de oxígeno			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					mg/h	Específica (mg/h.g)	Estandarizada (mg/h.g)	
[25-55mm>	1	1.69	1.63	1.000	7.189	0.409	31.00	0.647	1.581	1.115	18.04
	2	1.78	1.75	1.000	7.191	0.381	30.00	0.431	1.131	0.776	18.00
	4	2.32	2.00	1.000	7.188	0.674	33.00	2.372	3.521	3.017	17.82
	Promedio				0.000	0.488	31.33	1.150	2.078	1.636	
[60-75mm>	1	1.73	1.39	1.000	7.189	3.370	65.00	2.660	0.789	1.269	18.06
	2	1.84	1.55	1.000	7.188	3.865	61.00	2.300	0.595	1.010	17.94
	3	2.23	1.87	1.000	7.189	3.108	63.00	2.660	0.856	1.334	17.94
	4	2.41	2.27	1.000	7.190	3.585	60.00	1.078	0.301	0.496	17.84
Promedio				0.000	3.482	62.25	2.175	0.635	1.027		
[75-90mm>	1	1.68	1.18	1.000	7.190	7.309	75.00	3.810	0.521	1.135	17.98
	2	1.77	1.24	1.000	7.189	6.720	76.00	4.026	0.599	1.262	18.04
	4	2.29	1.65	1.000	7.191	10.193	75.00	4.674	0.459	1.137	17.88
	Promedio					8.074	75.33	4.170	0.526	1.178	
[90-105mm>	1	1.64	0.82	1.000	7.191	13.504	93.00	6.112	0.453	1.253	18.02
	2	1.73	0.80	1.000	7.190	14.583	104.00	6.902	0.473	1.350	17.96
	3	2.20	1.26	1.000	7.189	17.356	95.00	6.829	0.394	1.201	18.00
	4	2.23	1.28	1.000	7.189	12.732	92.00	6.901	0.542	1.466	17.90
Promedio					14.544	96.00	6.686	0.465	1.318		
Blanco	1	1.76	1.79	1.000	7.188						18.00

2	1.78	1.81	1.000	7.189	18.00
3	2.30	2.31	1.000	7.191	17.92
4	2.40	2.41	1.000	7.189	17.92

Anexo 9. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar el consumo de oxígeno promedio ($\text{mg O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de la concha de abanico de diferentes tallas en cuatro áreas de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.

BARRANCOS

Comparaciones	INVIERNO ($p= 0.0919$)			VERANO ($p= 0.0375$)		
	Obs.dif.	Critical dif.	Difference	Obs.dif.	Critical dif.	Difference
A-B	2.500	7.225	FALSE	2.750	9.011	FALSE
A-C	4.000	7.225	FALSE	8.667	9.634	FALSE
A-D	6.167	6.596	FALSE	7.600	8.617	FALSE
B-C	1.500	7.225	FALSE	5.917	9.011	FALSE
B-D	3.667	6.596	FALSE	4.850	7.915	FALSE
C-D	2.167	6.596	FALSE	1.067	8.617	FALSE

VICHAYO

Comparaciones	INVIERNO ($p= 0.14$)			VERANO ($p= 0.0051$)		
	Obs.dif.	Critical dif.	Difference	Obs.dif.	Critical dif.	Difference
A-B	0.171	8.247	FALSE	4.000	8.882	FALSE
A-C	4.900	9.448	FALSE	9.500	8.882	TRUE
A-D	7.900	11.784	FALSE	10.500	8.882	TRUE
B-C	5.071	8.828	FALSE	5.500	8.882	FALSE
B-D	8.071	11.293	FALSE	6.500	8.882	FALSE
C-D	3.000	12.197	FALSE	1.000	8.882	FALSE

PARACHIQUE

Comparaciones	INVIERNO ($p= 0.1107$)			VERANO ($p= 0.0068$)		
	Obs.dif.	Critical dif.	Difference	Obs.dif.	Critical dif.	Difference
A-B	4.000	9.223	FALSE	3.000	8.882	FALSE
A-C	5.667	6.522	FALSE	10.000	8.882	TRUE
A-D	4.667	6.522	FALSE	9.000	8.882	TRUE
B-C	1.667	9.223	FALSE	7.000	8.882	FALSE
B-D	0.667	9.223	FALSE	6.000	8.882	FALSE
C-D	1.000	6.522	FALSE	1.000	8.882	FALSE

LAS DELICIAS

Comparaciones	INVIERNO ($p= 0.0637$)			VERANO ($p= 0.0496$)		
	Obs.dif.	Critical dif.	Difference	Obs.dif.	Critical dif.	Difference
A-B	4.000	7.804	FALSE	5.500	8.429	FALSE
A-C	6.750	9.558	FALSE	6.667	9.011	FALSE
A-D	7.500	7.804	FALSE	8.750	8.429	TRUE
B-C	2.750	9.558	FALSE	1.167	8.429	FALSE
B-D	3.500	7.804	FALSE	3.250	7.804	FALSE
C-D	0.750	9.558	FALSE	2.083	8.429	FALSE

Anexo 10. Resultados del test de Wilcoxon-Mann-Whitney usado para comparar las tasas de consumo de oxígeno específicas ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de la *A. purpuratus* entre dos estaciones del año en diferentes grupo de tamaño para cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.

Área	Comparaciones	n	<i>p-value</i>	Difference
Barrancos	A [25-55mm>	5	1.000	FALSE
	B [60-75mm>	6	1.000	FALSE
	C [75-90mm>	5	0.800	FALSE
	D [90-105mm>	8	0.393	FALSE
Vichayo	A [25-55mm>	9	0.111	FALSE
	B [60-75mm>	9	0.191	FALSE
	C [75-90mm>	8	0.686	FALSE
	D [90-105mm>	9	1.000	FALSE
Parachique	A [25-55mm>	7	0.229	FALSE
	B [60-75mm>	5	0.400	FALSE
	C [75-90mm>	7	0.400	FALSE
	D [90-105mm>	7	0.229	FALSE
Las Delicias	A [25-55mm>	7	0.400	FALSE
	B [60-75mm>	8	0.886	FALSE
	C [75-90mm>	6	1.000	FALSE
	D [90-105mm>	8	0.886	FALSE

Anexo 11. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar las elevaciones y pendientes de la relación entre la tasas de consumo de oxígeno específicas ($\text{mgO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) y diferentes tallas de la *A. purpuratus* (Figura 8A).

Comparaciones	Pendientes			Elevaciones		
	Obs. Dif	Critical dif.	Difference	Obs. Dif	Critical dif.	Difference
Barr. I.-Vich. I.	4.333	21.810	FALSE	4.333	21.810	FALSE
Barr. I.-Para. I.	0.000	21.810	FALSE	0.333	21.810	FALSE
Barr. I.-Las Del. I.	4.500	20.691	FALSE	4.500	20.691	FALSE
Barr. I.-Barr. V.	6.000	20.691	FALSE	6.500	20.691	FALSE
Barr. I.-Vich. V.	4.500	20.691	FALSE	4.250	20.691	FALSE
Barr. I.-Para. V.	5.333	21.810	FALSE	4.667	21.810	FALSE
Barr. I.-Las Del. V.	1.333	21.810	FALSE	1.333	21.810	FALSE
Vich. I.-Para. I.	4.333	19.508	FALSE	4.667	19.508	FALSE
Vich. I.-Las Del. I.	8.833	18.248	FALSE	8.833	18.248	FALSE
Vich. I.-Barr. V.	1.667	18.248	FALSE	2.167	18.248	FALSE
Vich. I.-Vich. V.	8.833	18.248	FALSE	8.583	18.248	FALSE
Vich. I.-Para. V.	1.000	19.508	FALSE	0.333	19.508	FALSE
Vich. I.-Las Del. V.	5.667	19.508	FALSE	5.667	19.508	FALSE
Para. I.-Las Del. I.	4.500	18.248	FALSE	4.167	18.248	FALSE
Para. I.-Barr. V.	6.000	18.248	FALSE	6.833	18.248	FALSE
Para. I.-Vich Ver.	4.500	18.248	FALSE	3.917	18.248	FALSE
Para. I.-Para. V.	5.333	19.508	FALSE	5.000	19.508	FALSE
Para. I.-Las Del. V.	1.333	19.508	FALSE	1.000	19.508	FALSE
Las Del. I.-Barr. V.	10.500	16.894	FALSE	11.000	16.894	FALSE
Las Del. I.-Vich. V.	0.000	16.894	FALSE	0.250	16.894	FALSE
Las Del. I.-Para. V.	9.833	18.248	FALSE	9.167	18.248	FALSE
Las Del. I.-Las Del. V.	3.167	18.248	FALSE	3.167	18.248	FALSE
Barr. V.-Vich. V.	10.500	16.894	FALSE	10.750	16.894	FALSE
Barr. V.-Para. V.	0.667	18.248	FALSE	1.833	18.248	FALSE
Barr. V.-Las Del. V.	7.333	18.248	FALSE	7.833	18.248	FALSE
Vich. V.-Para. V.	9.833	18.248	FALSE	8.917	18.248	FALSE
Vich. V.-Las Del. V.	3.167	18.248	FALSE	2.917	18.248	FALSE
Para. V.-Las Del. V.	6.667	19.508	FALSE	6.000	19.508	FALSE

Anexo 12. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar las elevaciones y pendientes de la relación entre la tasas de consumo de oxígeno (mgO₂.h⁻¹) y diferentes pesos de la *A. purpuratus* (Figura 8B).

Comparaciones	Pendientes			Elevaciones		
	Obs. Dif	Critical dif.	Difference	Obs. Dif	Critical dif.	Difference
Barr. I.-Vich. I.	3.833	21.810	FALSE	6.333	21.810	FALSE
Barr. I.-Para. I.	5.167	21.810	FALSE	6.333	21.810	FALSE
Barr. I.-Las Del. I.	7.750	20.691	FALSE	9.750	20.691	FALSE
Barr. I.-Barr. V.	10.250	20.691	FALSE	11.500	20.691	FALSE
Barr. I.-Vich. V.	0.250	20.691	FALSE	1.750	20.691	FALSE
Barr. I.-Para. V.	11.500	21.810	FALSE	13.333	21.810	FALSE
Barr. I.-Las Del. V.	7.167	21.810	FALSE	8.333	21.810	FALSE
Vich. I.-Para. I.	1.333	19.508	FALSE	0.000	19.508	FALSE
Vich. I.-Las Del. I.	3.917	18.248	FALSE	3.417	18.248	FALSE
Vich. I.-Barr. V.	6.417	18.248	FALSE	5.167	18.248	FALSE
Vich. I.-Vich. V.	3.583	18.248	FALSE	4.583	18.248	FALSE
Vich. I.-Para. V.	7.667	19.508	FALSE	7.000	19.508	FALSE
Vich. I.-Las Del. V.	3.333	19.508	FALSE	2.000	19.508	FALSE
Para. I.-Las Del. I.	2.583	18.248	FALSE	3.417	18.248	FALSE
Para. I.-Barr. V.	5.083	18.248	FALSE	5.167	18.248	FALSE
Para. I.-Vich Ver.	4.917	18.248	FALSE	4.583	18.248	FALSE
Para. I.-Para. V.	6.333	19.508	FALSE	7.000	19.508	FALSE
Para. I.-Las Del. V.	2.000	19.508	FALSE	2.000	19.508	FALSE
Las Del. I.-Barr. V.	2.500	16.894	FALSE	1.750	16.894	FALSE
Las Del. I.-Vich. V.	7.500	16.894	FALSE	8.000	16.894	FALSE
Las Del. I.-Para. V.	3.750	18.248	FALSE	3.583	18.248	FALSE
Las Del. I.-Las Del. V.	0.583	18.248	FALSE	1.417	18.248	FALSE
Barr. V.-Vich. V.	10.000	16.894	FALSE	9.750	16.894	FALSE
Barr. V.-Para. V.	1.250	18.248	FALSE	1.833	18.248	FALSE
Barr. V.-Las Del. V.	3.083	18.248	FALSE	3.167	18.248	FALSE
Vich. V.-Para. V.	11.250	18.248	FALSE	11.583	18.248	FALSE
Vich. V.-Las Del. V.	6.917	18.248	FALSE	6.583	18.248	FALSE
Para. V.-Las Del. V.	4.333	19.508	FALSE	5.000	19.508	FALSE

Anexo 13. Tasas de consumo de oxígeno estandarizadas ($\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de la *A. purpuratus* en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.

Área	INVIERNO			VERANO		
	n	Promedio	Des. est.	n	Promedio	Des. est.
Barrancos	9	1.266	0.330	15	1.053	0.258
Vichayo	19	1.084	0.353	16	1.525	0.325
Parachique	10	1.413	0.420	16	1.105	0.236
Las Delicias	15	1.167	0.341	12	1.273	0.560

Anexo 14. Resultados de la comparación de la tasa de consumo de oxígeno estandarizada de la concha de abanico entre estaciones del año para diferentes áreas usando el test de Wilcoxon-Mann-Whitney.

COMPARACIONES	n	p-value	DIFFERENCE
Barrancos	24	0.1383	FALSE
Vichayo	35	0.0004	TRUE
Parachique	26	0.0409	TRUE
Las Delicias	29	0.7800	FALSE

Anexo 15. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Barrancos para la estación de invierno.

Rango de tallas	Repetición	Fitoplancton (cel/ml)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de aclaramiento			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					L/h	Específica (L/h.g)	Estandarizada (L/h.g)	
[25-55mm>	2	87.16	107.28	0.833	7.188	1.05	45.70	0.296	0.282	0.289	16.84
	3	141.84	329.20	0.750	7.190	1.22	45.50	1.495	1.222	1.340	16.76
	Promedio					1.14	45.60	0.896	0.752	0.814	
[60-75mm>	1	85.65	53.60	1.000	7.191	4.18	64.70	4.194	1.004	1.933	16.96
	2	216.44	185.08	0.833	7.190	4.69	64.40	1.661	0.354	0.718	17.12
	3	110.44	224.48	0.750	7.188	5.08	64.20	2.048	0.403	0.848	16.98
Promedio						4.65	64.43	2.634	0.587	1.167	
[75-90mm>	1	45.08	25.60	1.000	7.189	12.36	84.40	4.497	0.364	1.151	16.56
	3	67.56	134.08	0.750	7.191	14.28	86.20	2.146	0.150	0.508	16.82
	Promedio					13.32	85.30	3.321	0.257	0.829	
[90-105mm>	1	52.16	36.68	1.000	7.190	19.15	99.50	3.830	0.200	0.773	16.80
	2	87.28	64.76	0.833	7.188	17.44	102.00	2.192	0.126	0.466	16.84
	3	112.00	144.40	0.750	7.189	16.40	102.00	3.943	0.240	0.866	16.86
Promedio						17.66	101.17	3.321	0.189	0.701	
Blanco	1	22.08	52.94	1.000	7.189						16.76
	2	53.12	70.76	0.833	7.189						16.88
	3	67.96	225.92	0.750	7.189						16.88

Anexo 16. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Barrancos para la estación de verano.

Rango de tallas	Repetición	Fitoplancton (cel/ml)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de aclaramiento			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					L/h	Específica (L/h.g)	Estandarizada (L/h.g)	
[25-55mm>	3	308.84	254.12	0.917	7.190	1.71	33.00	1.127	0.661	0.824	18.860
	4	555.36	922.16	1.000	7.191	0.64	30.00	0.604	0.945	0.785	19.020
	Promedio					1.71	33.00	0.865	0.803	0.805	
[60-75mm>	1	212.60	249.28	1.000	7.191	6.93	68.00	3.773	0.544	1.213	18.840
	3	253.64	191.44	0.917	7.188	4.66	63.00	1.421	0.305	0.577	18.880
	4	260.72	296.32	1.000	7.189	3.77	60.00	1.788	0.474	0.821	19.020
Promedio						5.80	65.50	2.327	0.441	0.870	
[75-90mm>	1	202.80	221.80	1.000	7.189	10.46	79.00	3.991	0.382	1.009	18.820
	3	172.63	82.52	0.917	7.191	11.88	75.00	2.977	0.251	0.698	18.800
	4	258.16	236.68	1.000	7.189	10.12	75.00	2.459	0.243	0.633	18.960
Promedio						10.82	76.33	3.142	0.292	0.780	
[90-105mm>	1	246.20	146.04	1.000	7.190	11.20	92.00	5.901	0.527	1.432	18.780
	3	264.72	79.40	0.917	7.189	24.69	99.00	4.564	0.185	0.697	18.800
	4	344.64	193.56	1.000	7.190	20.46	98.00	3.989	0.195	0.680	19.040
Promedio						18.78	96.33	4.818	0.302	0.937	
Blanco	1	100.50	394.62	1.000	7.19						18.860
	3	162.90	186.60	0.917	7.19						18.840
	4	239.28	482.20	1.000	7.19						19.040

Anexo 17. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Vichayo para la estación de invierno.

Rango de tallas	Repetición	Fitoplancton (cel/ml)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de aclaramiento			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					L/h	Específica (L/h.g)	Estandarizada (L/h.g)	
[25-55mm>	1	14.76	25.44	0.917	7.19	1.71	49.80	0.398	0.233	0.320	15.66
	4	203.52	135.64	0.833	7.19	1.21	48.00	0.419	0.348	0.389	15.68
	5	102.52	50.00	0.917	7.19	1.00	45.20	0.969	0.974	0.971	15.66
	Promedio					1.30	47.67	0.595	0.518	0.560	
[60-75mm>	1	58.60	74.32	0.917	7.19	4.61	67.10	1.443	0.313	0.778	15.52
	4	211.88	117.32	0.833	7.19	7.13	69.30	1.114	0.156	0.504	15.62
	5	105.10	60.72	0.917	7.19	3.57	67.70	0.392	0.110	0.234	15.64
	Promedio					5.10	68.03	0.983	0.193	0.505	
[75-90mm>	1	125.16	146.96	0.917	7.94	7.94	81.10	1.648	0.208	0.713	15.63
	4	121.24	65.40	0.833	7.19	13.31	87.00	1.212	0.091	0.426	15.80
	Promedio					10.62	84.05	1.430	0.149	0.569	
[90-105mm>	1	67.60	77.92	0.917	7.19	19.96	100.00	1.768	0.089	0.527	15.70
	4	159.36	72.44	0.833	7.19	18.91	101.50	1.853	0.098	0.565	15.72
	5	110.44	51.08	0.917	7.19	14.09	92.00	1.150	0.082	0.395	15.70
	Promedio					17.65	97.83	1.590	0.089	0.496	
Blanco	1	50.36	97.56	0.917	7.19						15.58
	4	234.82	175.04	0.833	7.19						15.62
	5	86.32	55.96	0.917	7.19						15.64

Anexo 18. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Vichayo para la estación de verano.

Rango de tallas	Repetición	Fitoplancton (cel/ml)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de aclaramiento			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					L/h	Específica (L/h.g)	Estandarizada (L/h.g)	
[25-55mm>	1	126.00	135.00	1.000	7.19	0.32	30.00	1.342	4.218	3.086	18.14
	3	217.04	181.98	0.917	7.19	0.34	28.00	1.252	3.652	2.727	17.82
	4	195.36	165.20	1.000	7.19	0.82	32.00	1.037	1.269	1.201	17.82
	Promedio						0.49	30.00	1.210	3.046	2.338
[60-75mm>	1	104.96	105.72	1.000	7.19	4.39	66.00	1.535	0.350	0.524	18.00
	3	243.28	180.00	0.917	7.19	6.60	65.00	1.678	0.254	0.425	17.74
	4	218.80	142.24	1.000	7.19	5.18	70.00	1.858	0.359	0.562	17.74
	Promedio						5.39	67.00	1.690	0.321	0.504
[75-90mm>	1	96.84	78.96	1.000	7.19	9.70	77.00	2.194	0.226	0.421	18.10
	3	209.80	117.08	0.917	7.19	12.32	76.00	2.638	0.214	0.425	17.80
	4	225.36	130.80	1.000	7.19	8.39	78.00	2.213	0.264	0.471	17.74
	Promedio						10.14	77.00	2.348	0.235	0.439
[90-105mm>	1	184.60	108.52	1.000	7.19	16.08	95.00	3.216	0.200	0.427	18.00
	3	231.64	117.84	0.917	7.19	16.59	97.00	2.953	0.178	0.383	17.76
	4	256.76	122.00	1.000	7.19	15.63	95.00	2.837	0.182	0.384	17.78
	Promedio						16.10	95.67	3.00	0.187	0.398
Blanco	1	76.74	126.36	1.000	7.19						18.06
	3	124.84	151.16	0.917	7.19						17.82
	4	208.60	245.92	1.000	7.19						17.76

Anexo 19. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Parachique para la estación de invierno.

Rango de tallas	Repetición	Fitoplancton (cel/ml)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de aclaramiento			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					L/h	Específica (L/h.g)	Estandarizada (L/h.g)	
[25-55mm>	1	105.52	66.76	1.000	7.190	2.32	50.50	1.088	0.468	0.7965	15.50
	3	85.44	23.72	0.833	7.190	1.35	45.00	0.838	0.621	0.7496	16.28
	4	173.32	111.36	0.917	7.190	1.30	46.00	1.315	1.014	1.1945	15.44
	Promedio					1.66	47.17	1.080	0.701	0.914	
[60-75mm>	3	129.44	36.86	0.833	7.190	4.50	69.00	0.742	0.165	0.4253	16.66
	4	172.36	112.52	0.917	7.190	4.50	68.30	1.261	0.280	0.7227	16.78
	Promedio					4.50	68.65	1.002	0.223	0.574	
[75-90mm>	1	91.00	31.80	1.000	7.191	9.94	86.40	2.942	0.296	1.2575	15.40
	3	102.16	20.84	0.833	7.191	10.92	82.00	1.993	0.183	0.8230	16.22
	4	165.20	88.60	0.917	7.191	11.55	83.50	1.931	0.167	0.7808	15.42
	Promedio					10.81	83.97	2.289	0.215	0.954	
[90-105mm>	1	83.60	40.32	1.000	7.189	15.74	95.00	1.935	0.123	0.6978	15.50
	3	94.84	17.36	0.833	7.189	14.02	93.30	2.397	0.171	0.9024	16.66
	4	98.56	44.52	0.917	7.189	16.31	94.00	2.515	0.154	0.8951	15.48
	Promedio					15.36	94.10	2.283	0.149	0.832	
Blanco	1	65.48	58.69	1.000	7.190						15.34
	3	81.12	28.16	0.833	7.190						16.42
	4	121.44	114.80	0.917	7.190						15.40

Anexo 20. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Parachique para la estación de verano.

Rango de tallas	Repetición	Fitoplancton (cel/ml)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de aclaramiento			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					L/h	Específica (L/h.g)	Estandarizada (L/h.g)	
[25-55mm>	1	151.72	91.52	1.000	7.191	0.50	34.00	0.805	1.621	0.997	17.70
	2	173.32	127.96	1.000	7.188	0.45	31.00	0.688	1.518	0.876	17.58
	3	87.88	54.10	1.000	7.189	0.48	31.00	0.952	1.975	1.189	17.60
	Promedio						0.48	32.00	0.815	1.705	1.021
[60-75mm>	1	151.12	80.92	1.000	7.189	2.79	60.00	1.177	0.421	0.860	17.62
	2	189.68	108.56	1.000	7.189	5.18	65.00	1.483	0.287	0.899	17.62
	3	110.88	59.22	1.000	7.191	3.44	63.00	1.396	0.406	0.958	17.66
	Promedio					3.80	62.67	1.352	0.371	0.906	
[75-90mm>	1	200.32	99.28	1.000	7.188	8.14	76.00	1.418	0.174	0.748	17.60
	2	147.76	93.20	1.000	7.189	8.51	77.00	1.180	0.139	0.614	17.56
	3	101.80	34.24	1.000	7.190	9.78	76.00	2.839	0.290	1.417	17.64
	Promedio					8.81	76.33	1.812	0.201	0.927	
[90-105mm>	1	77.20	22.03	1.000	7.189	14.21	91.00	3.142	0.221	1.399	17.66
	2	306.00	150.68	1.000	7.190	16.99	100.00	1.953	0.115	0.824	17.64
	3	154.20	53.96	1.000	7.189	18.11	100.00	2.715	0.150	1.123	17.56
	Promedio					16.44	97.00	2.603	0.162	1.115	
Blanco	1	171.50	133.88	1.000	7.190						17.68
	2	215.80	198.64	1.000	7.191						17.66
	3	161.72	135.04	1.000	7.188						17.58

Anexo 21. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Las Delicias para la estación de invierno.

Rango de tallas	Repetición	Fitoplancton (cel/ml)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de aclaramiento			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					L/h	Específica (L/h.g)	Estandarizada (L/h.g)	
[25-55mm>	2	259.96	108.12	0.750	7.190	1.57	48.50	0.472	0.301	0.215	15.84
	3	111.64	112.64	0.917	7.190	1.39	48.00	0.829	0.594	0.463	15.88
	Promedio					1.48	48.25	0.651	0.448	0.339	
[60-75mm>	1	268.96	92.80	1.000	7.190	3.34	63.00	2.245	0.671	0.272	15.96
	2	169.92	64.24	0.750	7.190	3.86	66.00	0.870	0.225	0.082	15.94
	3	113.40	101.06	0.917	7.190	4.03	70.00	1.252	0.311	0.110	16.06
Promedio						3.74	66.33	1.455	0.403	0.155	
[75-90mm>	2	174.32	45.50	0.750	7.189	6.78	86.00	2.412	0.356	0.085	15.96
	3	161.84	116.64	0.917	7.189	7.57	87.00	1.975	0.261	0.057	15.98
	Promedio					7.17	86.50	2.193	0.308	0.071	
[90-105mm>	1	110.14	49.84	1.000	7.191	14.35	92.70	1.398	0.097	0.013	16.00
	2	223.24	58.84	0.750	7.191	13.75	98.20	2.373	0.173	0.024	15.90
	3	198.20	108.24	0.917	7.191	11.35	99.50	2.920	0.257	0.042	15.92
Promedio						13.15	96.80	2.230	0.176	0.027	
Blanco	1	126.58	89.62	1.000	7.190						16.06
	2	207.00	96.44	0.750	7.190						16.20
	3	136.32	175.44	0.917	7.190						16.12

Anexo 22. Condiciones iniciales y tasas de aclaramiento de la concha de abanico por grupo de talla en el área de Las Delicias para la estación de verano.

Rango de tallas	Repetición	Fitoplancton (cel/ml)		Tiempo (h)	Volumen (L)	Peso seco (g)	Talla (mm)	Tasa de aclaramiento			Temperatura inicial (°C)
		Inicio	Fin					L/h	Específica (L/h.g)	Estandarizada (L/h.g)	
[25-55mm>	1	186.00	162.56	1.000	7.189	0.41	31.00	1.020	2.492	1.972	18.04
	2	445.68	268.20	1.000	7.191	0.38	30.00	1.472	3.861	2.999	18.00
	3	183.52	179.98	1.000	7.190	0.49	30.00	0.852	1.739	1.443	17.88
	Promedio					0.43	30.33	1.115	2.698	2.138	
[60-75mm>	1	287.10	186.50	1.000	7.189	3.37	65.00	1.946	0.577	0.794	18.06
	2	332.00	185.04	1.000	7.188	3.87	61.00	1.711	0.443	0.631	17.94
	3	217.34	135.00	1.000	7.189	3.11	63.00	2.278	0.733	0.986	17.94
	Promedio					3.45	63.00	1.978	0.584	0.804	
[75-90mm>	1	212.30	139.40	1.000	7.190	7.31	75.00	1.913	0.262	0.441	17.98
	2	414.26	217.72	1.000	7.189	6.72	76.00	1.895	0.282	0.464	18.04
	3	217.24	134.60	1.000	7.188	7.40	77.00	2.285	0.309	0.522	17.88
	Promedio					7.14	76.00	2.031	0.284	0.476	
[90-105mm>	1	152.72	67.44	1.000	7.191	13.50	93.00	3.152	0.233	0.462	18.02
	2	374.28	190.56	1.000	7.190	14.58	104.00	1.994	0.137	0.276	17.96
	3	125.36	60.16	1.000	7.189	17.36	95.00	3.083	0.178	0.375	18.00
	Promedio					15.15	97.33	2.743	0.183	0.371	
Blanco	1	130.44	158.04	1.000	7.188						18.00
	2	256.84	247.64	1.000	7.189						18.00
	3	161.36	207.88	1.000	7.191						17.92

Anexo 23. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar la tasa de aclaramiento promedio ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) de la concha de abanico de diferentes tallas en cuatro áreas de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.

BARRANCOS

Comparaciones	INVIERNO ($p= 0.1541$)			VERANO ($p= 0.1024$)		
	Obs. Dif.	Critical dif.	Difference	Obs. Dif.	Critical dif.	Difference
A-B	1.000	7.292	FALSE	3.500	7.988	FALSE
A-C	3.500	7.292	FALSE	6.167	7.988	FALSE
A-D	5.333	6.522	FALSE	6.833	7.988	FALSE
B-C	2.500	7.988	FALSE	2.667	7.144	FALSE
B-D	4.333	7.292	FALSE	3.333	7.144	FALSE
C-D	1.833	7.292	FALSE	0.667	7.144	FALSE

VICHAYO

Comparaciones	INVIERNO ($p= 0.0589$)			VERANO ($p= 0.0185$)		
	Obs. Dif.	Critical dif.	Difference	Obs. Dif.	Critical dif.	Difference
A-B	3.000	7.144	FALSE	3.333	7.767	FALSE
A-C	4.917	7.988	FALSE	5.667	7.767	FALSE
A-D	7.167	7.144	TRUE	9.000	7.767	TRUE
B-C	1.917	7.988	FALSE	2.333	7.767	FALSE
B-D	4.167	7.144	FALSE	5.667	7.767	FALSE
C-D	2.250	7.988	FALSE	3.333	7.767	FALSE

PARACHIQUE

Comparaciones	INVIERNO ($p= 0.1475$)			VERANO ($p= 0.0268$)		
	Obs. Dif.	Critical dif.	Difference	Obs. Dif.	Critical dif.	Difference
A-B	5.000	7.988	FALSE	3.167	7.767	FALSE
A-C	3.833	7.144	FALSE	6.833	7.767	FALSE
A-D	7.500	7.144	TRUE	8.000	7.767	TRUE
B-C	1.167	7.988	FALSE	3.667	7.767	FALSE
B-D	2.500	7.988	FALSE	4.833	7.767	FALSE
C-D	3.667	7.144	FALSE	1.167	7.767	FALSE

LAS DELICIAS

Comparaciones	INVIERNO ($p= 0.0637$)			VERANO ($p= 0.0496$)		
	Obs. Dif.	Critical dif.	Difference	Obs. Dif.	Critical dif.	Difference
A-B	2.000	7.144	FALSE	2.500	7.988	FALSE
A-C	2.417	7.988	FALSE	5.500	7.988	FALSE
A-D	6.167	7.144	FALSE	8.500	7.988	TRUE
B-C	0.417	7.988	FALSE	3.000	7.144	FALSE
B-D	4.167	7.144	FALSE	6.000	7.144	FALSE
C-D	3.750	7.988	FALSE	3.000	7.144	FALSE

Anexo 24. Resultados del test de Wilcoxon-Mann-Whitney usado para comparar las tasas de aclaramiento específicas ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) de la *A. purpuratus* entre dos estaciones del año en diferentes grupo de tamaño para cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura.

Área	Comparaciones	n	<i>p-value</i>	Difference
Barrancos	A [25-55mm>	4	1.000	FALSE
	B [60-75mm>	6	1.000	FALSE
	C [75-90mm>	5	0.800	FALSE
	D [90-105mm>	6	1.000	FALSE
Vichayo	A [25-55mm>	6	0.100	FALSE
	B [60-75mm>	6	0.200	FALSE
	C [75-90mm>	5	0.236	FALSE
	D [90-105mm>	6	0.077	FALSE
Parachique	A [25-55mm>	6	0.100	FALSE
	B [60-75mm>	5	0.200	FALSE
	C [75-90mm>	6	0.507	FALSE
	D [90-105mm>	6	1.000	FALSE
Las Delicias	A [25-55mm>	5	0.200	FALSE
	B [60-75mm>	6	0.400	FALSE
	C [75-90mm>	5	1.000	FALSE
	D [90-105mm>	6	1.000	FALSE

Anexo 25. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar las elevaciones y pendientes de la relación entre la tasas de aclaramiento específicas ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) y diferentes tallas de la *A. purpuratus* (Figura 13A).

Comparaciones	Pendientes			Elevaciones		
	Obs. Dif	Critical dif.	Difference	Obs. Dif	Critical dif.	Difference
Barr. I.-Vich. I.	6.000	17.694	FALSE	6.000	17.694	FALSE
Barr. I.-Para. I.	0.000	15.826	FALSE	0.333	15.826	FALSE
Barr. I.-Las Del. I.	8.500	17.694	FALSE	8.500	17.694	FALSE
Barr. I.-Barr. V.	9.000	15.826	FALSE	9.000	15.826	FALSE
Barr. I.-Vich. V.	3.500	17.694	FALSE	3.500	17.694	FALSE
Barr. I.-Para. V.	0.333	15.826	FALSE	0.333	15.826	FALSE
Barr. I.-Las Del. V.	0.333	15.826	FALSE	0.000	15.826	FALSE
Vich. I.-Para. I.	6.000	17.694	FALSE	5.667	17.694	FALSE
Vich. I.-Las Del. I.	2.500	19.382	FALSE	2.500	19.382	FALSE
Vich. I.-Barr. V.	3.000	17.694	FALSE	3.000	17.694	FALSE
Vich. I.-Vich. V.	2.500	19.382	FALSE	2.500	19.382	FALSE
Vich. I.-Para. V.	6.333	17.694	FALSE	6.333	17.694	FALSE
Vich. I.-Las Del. V.	5.667	17.694	FALSE	6.000	17.694	FALSE
Para. I.-Las Del. I.	8.500	17.694	FALSE	8.167	17.694	FALSE
Para. I.-Barr. V.	9.000	15.826	FALSE	8.667	15.826	FALSE
Para. I.-Vich Ver.	3.500	17.694	FALSE	3.167	17.694	FALSE
Para. I.-Para. V.	0.333	15.826	FALSE	0.667	15.826	FALSE
Para. I.-Las Del. V.	0.333	15.826	FALSE	0.333	15.826	FALSE
Las Del. I.-Barr. V.	0.500	17.694	FALSE	0.500	17.694	FALSE
Las Del. I.-Vich. V.	5.000	19.382	FALSE	5.000	19.382	FALSE
Las Del. I.-Para. V.	8.833	17.694	FALSE	8.833	17.694	FALSE
Las Del. I.-Las Del. V.	8.167	17.694	FALSE	8.500	17.694	FALSE
Barr. V.-Vich. V.	5.500	17.694	FALSE	5.500	17.694	FALSE
Barr. V.-Para. V.	9.333	15.826	FALSE	9.333	15.826	FALSE
Barr. V.-Las Del. V.	8.667	15.826	FALSE	9.000	15.826	FALSE
Vich. V.-Para. V.	3.833	17.694	FALSE	3.833	17.694	FALSE
Vich. V.-Las Del. V.	3.167	17.694	FALSE	3.500	17.694	FALSE
Para. V.-Las Del. V.	0.667	15.826	FALSE	0.333	15.826	FALSE

Anexo 26. Resultados de la comparación múltiple de Kruskal-Wallis usado para comparar las elevaciones y pendientes de la relación entre la tasas de aclaramiento (L.h⁻¹) y diferentes pesos de la *A. purpuratus* (Figura 13B).

Comparaciones	Pendientes			Elevaciones		
	Obs. Dif	Critical dif.	Difference	Obs. Dif	Critical dif.	Difference
Barr. I.-Vich. I.	1.667	16.562	FALSE	2.000	16.562	FALSE
Barr. I.-Para. I.	4.667	16.562	FALSE	4.667	16.562	FALSE
Barr. I.-Las Del. I.	10.500	18.517	FALSE	10.667	18.517	FALSE
Barr. I.-Barr. V.	7.667	16.562	FALSE	6.333	16.562	FALSE
Barr. I.-Vich. V.	2.500	18.517	FALSE	2.833	18.517	FALSE
Barr. I.-Para. V.	1.000	16.562	FALSE	0.667	16.562	FALSE
Barr. I.-Las Del. V.	2.000	16.562	FALSE	3.000	16.562	FALSE
Vich. I.-Para. I.	3.000	16.562	FALSE	2.667	16.562	FALSE
Vich. I.-Las Del. I.	8.833	18.517	FALSE	8.667	18.517	FALSE
Vich. I.-Barr. V.	6.000	16.562	FALSE	4.333	16.562	FALSE
Vich. I.-Vich. V.	4.167	18.517	FALSE	4.833	18.517	FALSE
Vich. I.-Para. V.	0.667	16.562	FALSE	1.333	16.562	FALSE
Vich. I.-Las Del. V.	3.667	16.562	FALSE	5.000	16.562	FALSE
Para. I.-Las Del. I.	5.833	18.517	FALSE	6.000	18.517	FALSE
Para. I.-Barr. V.	3.000	16.562	FALSE	1.667	16.562	FALSE
Para. I.-Vich Ver.	7.167	18.517	FALSE	7.500	18.517	FALSE
Para. I.-Para. V.	3.667	16.562	FALSE	4.000	16.562	FALSE
Para. I.-Las Del. V.	6.667	16.562	FALSE	7.667	16.562	FALSE
Las Del. I.-Barr. V.	2.833	18.517	FALSE	4.333	18.517	FALSE
Las Del. I.-Vich. V.	13.000	20.284	FALSE	13.500	20.284	FALSE
Las Del. I.-Para. V.	9.500	18.517	FALSE	10.000	18.517	FALSE
Las Del. I.-Las Del. V.	12.500	18.517	FALSE	13.667	18.517	FALSE
Barr. V.-Vich. V.	10.167	18.517	FALSE	9.167	18.517	FALSE
Barr. V.-Para. V.	6.667	16.562	FALSE	5.667	16.562	FALSE
Barr. V.-Las Del. V.	9.667	16.562	FALSE	9.333	16.562	FALSE
Vich. V.-Para. V.	3.500	18.517	FALSE	3.500	18.517	FALSE
Vich. V.-Las Del. V.	0.500	18.517	FALSE	0.167	18.517	FALSE
Para. V.-Las Del. V.	3.000	16.562	FALSE	3.667	16.562	FALSE

Anexo 27: Tasas de aclaramiento estandarizadas ($L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$) de la *A. purpuratus* en cuatro áreas de repoblamiento de la Bahía de Sechura y en dos estaciones del año.

Área	INVIERNO			VERANO		
	n	Promedio	Des. est.	n	Promedio	Des. est.
Barrancos	10	0.889	0.482	15	0.852	0.264
Vichayo	19	0.529	0.217	16	1.412	0.236
Parachique	10	0.840	0.229	16	0.992	0.247
Las Delicias	15	0.661	0.258	12	1.388	0.275

Anexo 28: Resultados de la comparación de las tasas de aclaramiento estandarizadas de la concha de abanico entre estaciones del año para diferentes áreas usando el test de Wilcoxon-Mann-Whitney.

COMPARACIONES	n	p-value	DIFFERENCE
Barrancos	21	0.97250	FALSE
Vichayo	23	0.000001	TRUE
Parachique	23	0.13350	FALSE
Las Delicias	22	0.00002	TRUE