

# MANUAL PARA EL CULTIVO Y PROCESAMIENTO DE PEPINO DE MAR

**Vianys Agudelo Martínez**  
**Wensy Vergara Hernández**  
**Marina Villazón Turizo**  
**Leda Pabón Caro**  
**Adriana Rodríguez Forero**



Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura



## **EDITORIAL**

### **UNIMAGDALENA**

#### **MANUAL PARA EL CULTIVO Y PROCESAMIENTO DE PEPINO DE MAR**

Autoras: Vianys Agudelo Martínez, Wensy Vergara Hernández, Marina Villazón Turizo, Leda Pabón Caro y Adriana Rodríguez Forero

Edición: Primera - Mayo de 2016. Santa Marta D.T.C.H. - Colombia

ISBN: 978-958-746-075-9

Revisión de Estilo: Sergio Ospina

Diseño Editorial: Luis Felipe Marquez Lora

Impresión: Gente Nueva Editorial Carrera 17 No. 30 - 16. Bogotá D.C. - Colombia

El contenido de esta obra está protegido por las leyes y tratados internacionales en materia de Derecho de Autor. Queda prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio impreso o digital conocido o por conocer. Queda prohibida la comunicación pública por cualquier medio, inclusive a través de redes digitales, sin contar con la previa y expresa autorización de la Universidad del Magdalena.

©EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
2016

Las opiniones expresadas en esta obra son responsabilidad del autor.

*Catalogación en la fuente - Martha Lucia Ruiz Arango, P.E. Grupo Biblioteca Germán Bula Meyer.*

Agudelo Martínez, Vianys; Vergara Hernández, Wensy; Villazón Turizo, Marina; Pabón Caro, Leda; Rodríguez Forero, Adriana

Manual para el cultivo y procesamiento de pepino de mar / Vianys Agudelo Martínez, Wensy Vergara Hernández, Marina Villazón Turizo, Leda Pabón Caro, Adriana Rodríguez Forero. - 1a. ed. -- Santa Marta, Universidad del Magdalena, 2016.

64 p.

Incluye bibliografía

ISBN: 978-958-746-075-9

1. Invertebrados marinos. 2. Invertebrados marinos - Colombia 3. Invertebrados marinos en peligro de extinción - Colombia 4. Pepino de mar II. Título

CDD 594.1 ed 20

Depósito Legal: Se cumplió con la reglamentación existente.

#### **UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**

Rector: Ruthber Escorcía Caballero

Vicerrector de Investigación: José Henry Escobar Acosta

Directora de Transferencia de Conocimiento y Propiedad Intelectual: Diana Milena González Gélvez



#### **Servicio de Canje:**

canjebiblioteca@unimagdalena.edu.co  
biblioteca@unimagdalena.edu.co



Este Manual es un producto del trabajo de investigación que se desprende del proyecto: **“Investigación: Programa de acuicultura sostenible para el departamento del Magdalena. Subproyecto 1. Fase I. Producción de semilla y Procesamiento: Desarrollo de un protocolo para la producción de pepino de mar *Isostichopus badionotus* – Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura”**, cofinanciado por la Gobernación del Magdalena y la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad del Magdalena. Convenio 090/2014-2015.





## **Agradecimientos:**

Las autoras agradecen a las siguientes personas quienes han colaborado para poder llevar a cabo este proyecto: Ing. Yahir Mendoza Vanegas administrador del proyecto y colaborador esencial para el logro de los objetivos impuestos; Sr. Jorge Polo, pescador artesanal sin quien habría sido posible obtener nuestros ejemplares. A los profesores Ruby Corvacho Narváez, Omar Carreño Montoya y Eduardo Cabrera Durán, quienes nos apoyaron y enseñaron todo lo relacionado con el procesamiento de los pepinos de mar. Al Sr. Vicerrector de Investigación, MSc. Jose Henry Escobar Acosta y a todo su equipo de trabajo por el apoyo a lo largo de este estudio. A la Gobernación del Magdalena y al Sr. Supervisor del Convenio 090, Ing. Reinaldo Rosado.





## CONTENIDO

PREFACIO.....	11
¿QUÉ ES EL PEPINO DE MAR?.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
¿Qué es el pepino de mar?.....	14
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ESPECIES.....	18
Holotúridos.....	18
Descripción general de las especies.....	19
Clasificación Taxonómica.....	19
CAPTURA Y TRANSPORTE DE PEPINOS DE MAR.....	23
Captura, transporte y aclimatación.....	23
Captura.....	23
Transporte.....	24
Aclimatación.....	25
Mantenimiento en laboratorio.....	27
Preparación de dietas y alimentación.....	28
REPRODUCCIÓN.....	31
Reproductores.....	31
Inducción al desove.....	32
Colecta de huevos.....	33
Desarrollo embrionario y larval.....	34
Desarrollo oocitario.....	34
Desarrollo larval.....	37
Alimentación y mantenimiento larval.....	39
Larva doliolaria, inicio del asentamiento.....	40
Desarrollo de juveniles.....	40
Engorde en corrales o pastoreo.....	41
PROCESAMIENTO DE PEPINOS DE MAR.....	43
Procedimiento previo.....	44
Recepción de la materia prima.....	44
Evisceración.....	45
Cocción.....	45
Salado.....	47
Deshidratación.....	47
Empacado.....	48



CULTIVO DE MICROALGAS.....	49
Producción de microalgas.....	50
Formación de biopelícula.....	55
REFERENCIAS.....	57

## Tabla de contenido de Figuras

Figura 1. <i>Isostichopus</i> sp. A) Superficie dorsal (bivium); B) Superficie ventral (trivium); C) Morfología interna: 1) tentáculos; 2) orificio bucal; 3) esófago; 4) intestino; 5) gónada; 6) árbol respiratorio; 7) orificio anal; 8) pared corporal.....	15
Figura 2. Juvenil de <i>Isostichopus badionotus</i> Morfotipo I.....	19
Figura 3. Espículas observadas en la piel de <i>I. badionotus</i> . A) C; B) S y C) bastón.....	20
Figura 4. Vista dorsal de individuos de <i>Isostichopus badionotus</i> Morfotipo II.....	21
Figura 5. Espículas en piel, tentáculos y podias de <i>Isostichopus badionotus</i> Morfotipo II. A) Roseta; B) C; C) Bastón; D) Tabla perforada.....	21
Figura 6. Vista dorsal de <i>Isostichopus</i> sp.....	22
Figura 7. Espículas de <i>Isostichopus</i> sp.....	22
Figura 8. Pepino de mar ubicado en su hábitat e identificado por las heces.....	24
Figura 9. A) Colecta en costales y selección; B) Transporte en recipientes plásticos hasta el centro de cultivo.....	25
Figura 10. A) Transporte con agua de mar; B) Transporte en húmedo.....	25
Figura 11. Baño con chorro de agua dulce a los pepinos, luego de su llegada al sitio de cultivo.....	26
Figura 12. A) Toma de muestras de agua; B) Registro de los parámetros fisicoquímicos.....	26
Figura 13. A) Sistema de tanques de cultivo de 250l; B) Pepinos de mar en tanques de 550l.....	27
Figura 14. A) Presencia de heces en los tanques; B) Sifoneo de las heces.....	28
Figura 15. Filtración y secado al sol del sedimento marino.....	28
Figura 16. A) Sedimento marino; B) Macroalgas; C) Microalgas.....	29
Figura 17. Bandejas con las dietas en los tanques de cultivos.....	30
Figura 18. A) Colecta y filtrado de huevos fertilizados, mediante sifoneo con una malla de 60 $\mu\text{m}$ ; B) Lavado y recambio de agua; C) Conteo de huevos fertilizados.....	34



Figura 19. Ovocito fecundado.....	36
Figura 20. Blástula donde se observan segmentaciones y una leve invaginación en el polo animal.....	36
Figura 21. Estado de gástrula.....	37
Figura 22. Auricularia temprana.....	38
Figura 23. Auricularia media.....	38
Figura 24. Auricularia tardía.....	39
Figura 25. Larva doliolaria obtenida en el Laboratorio de Acuicultura del Grupo GIDTA.....	41
Figura 26. Juveniles de <i>Isostichopus badionotus</i> en tanques de engorde.....	42
Figura 27. Engorde de pepinos de mar en tanques de cultivo.....	42
Figura 28. A) Recepción de materia prima en planta; B) Selección de individuos saludables para procesamiento.....	44
Figura 29. Proceso de evisceración de pepinos de mar.....	46
Figura 30. A) Cocción de pepinos de mar; B) Registro de pesos de individuos de pepinos de mar después de la cocción.....	46
Figura 31. Proceso de salado de pepinos de mar durante 48 horas.....	47
Figura 32. A) Proceso de deshidratación del pepino de mar; B) Pepinos deshidratados.....	47
Figura 33. Pepinos de mar deshidratados empacados.....	48
Figura 34. Inoculación de medios con la especie de microalga <i>Chaetoceros</i> sp., empleando el método de cultivo por lotes en cinco etapas: A. Cepas en tubos de ensayo de 15 mL; B Frascos de 100 mL; C. Matraces de 1.000 mL; D. Frascos de 4.000 mL; E. Garrafones de 19.000 mL.....	50
Figura 35. Producción de microalgas en lotes o sistemas batch sin inyección de CO <sub>2</sub> del grupo GIDTA de la Universidad del Magdalena.....	51
Figura 36. Población de <i>Isochrysis</i> sp. cultivada en el Laboratorio del grupo GIDTA de la Universidad del Magdalena (40x).....	51
Figura 37. Población de <i>Tetraselmis</i> sp. cultivada en el Laboratorio del grupo GIDTA de la Universidad del Magdalena (40x).....	52
Figura 38. Población de <i>Thalassiosira</i> sp. cultivada en el Laboratorio del grupo GIDTA de la Universidad del Magdalena (40x).....	53
Figura 39. Población de <i>Nannochloropsis</i> sp. cultivada en el Laboratorio del grupo GIDTA de la Universidad del Magdalena (40x).....	53
Figura 40. <i>Chaetoceros</i> sp. cultivada en el Laboratorio del grupo GIDTA de la Universidad del Magdalena (40x).....	54
Figura 41. Acuarios de 30 L de capacidad con sus respectivos arreglos de placas de PVC empleados durante la formación de una biopelícula.....	55
Figura 42. Organización de placas de PVC con <i>biofilm microalgal</i> .....	55
Figura 43. Especies de diatomeas encontradas durante la formación de una biopelícula sobre placas.....	56



## Lista de contenido de las Tablas

Tabla 1. Producción de huevos fertilizados de <i>Sostichopus</i> sp. en condiciones de laboratorio.....	35
Tabla 2. Caracterización de las diferentes etapas de cultivo de las microalgas cultivadas en el Laboratorio de Acuicultura de la Universidad del Magdalena. Grupo GDTA.....	56

## Lista de contenido de Diagramas

Diagrama 1. Ciclo de vida del pepino de mar en condiciones de laboratorio.....	35
Diagrama 2. Diagrama de proceso para elaboración de pepinos de mar secos y seco-salados.....	45

## PREFACIO

Este Manual es un producto del trabajo de investigación que se desprende del proyecto: **“Investigación: Programa de acuicultura sostenible para el departamento del Magdalena. Subproyecto 1. Fase I. Producción de semilla y Procesamiento: Desarrollo de un protocolo para la producción de pepino de mar *Isostichopus badionotus* – Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura”**, cofinanciado por la Gobernación del Magdalena y la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad del Magdalena. Convenio 090/2014-2015.

Este Manual es fruto del trabajo de investigación desarrollado por integrantes del Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura (GIDTA). Durante más de cuatro años, investigadoras del GIDTA hemos estudiado la biología básica, reproductiva, desove, incubación y diversos aspectos de la tecnología del cultivo de especies nativas de pepino de mar, recopilando información nunca antes evaluada. Aunque son un recurso muy valorado por sus propiedades nutricionales y medicinales en el continente asiático, donde desde hace milenios se consumen y desde hace lustros se cultivan con periodicidad y se obtienen cosechas para su consumo como alimento, producto medicinal, farmacéutico y cosmético; en nuestro país y en los países vecinos del continente suramericano, es muy poco lo que se conoce. La idea del estudio sobre este invertebrado marino surgió cuando vivía en La Guajira hace muchos años, y en el municipio de Manaure pude observar cómo numerosos pescadores artesanales extraían los pepinos de la línea costera y los ubicaban en tanques de pintura vacíos. Los animales eran cocinados rápidamente y secados al sol en los techos de hojalata de las casas aledañas a la zona. Los pescadores luego los vendían secos a los intermediarios que tenían contactos con flotas asiáticas que requerían llenar las bodegas en sus barcos para transportarlos luego a Singapur, Taiwán o China, países que ostentan los primeros lugares en cuanto a demanda del valioso producto. Evidentemente, pocas personas en nuestro país sabían de la importancia del recurso a nivel comercial y del elevado

costo que se puede llegar a pagar por un kilo de pepino de mar seco (*bêche de mer*) bien procesado (desde US1\$ hasta US\$250). Mientras allí se compra a esos precios, en nuestras costas vendíamos un kilo de este recurso a menos de un dólar. Cuando empecé a investigar sobre la especie, en internet encontré un “mar” de información relacionada con su comercialización, sus bondades como producto *gourmet*, ofrecido en lujosas fiestas y como producto medicinal, capaz de curar la artritis, disminuir los tumores, retardar el envejecimiento, entre otros. Así mismo, he visto hermosos envases de cremas y cosméticos ofrecidos en finas tiendas de belleza situadas en Corea del Sur, todos estos, productos costosos. Igualmente, es famoso como afrodisiaco. En la actualidad, aunque aún no existe una norma que proteja el recurso, su pesca y comercialización es ilegal en Colombia. No existen planes de manejo, ni se han hecho estudios que indiquen el estado de las poblaciones o si están amenazados por la sobre-explotación o la contaminación de nuestros mares. ¿Qué indica lo anterior? Que si empleamos de manera responsable nuestro recurso, podríamos crear industrias de cultivo, alimenticias, farmacéuticas o cosméticas a partir de un pequeño y extraño animal con unas propiedades estructurales y químicas extraordinarias y desafortunadamente poco conocidas y aprovechadas en nuestro país, un país increíblemente biodiverso. Pero debemos empezar por conocer su biología, las especies habitantes en nuestros mares y sus formas de reproducción. De igual manera, para producir abundante biomasa de manera sostenible debemos evaluar su comportamiento en cautiverio y sus respuestas ante las posibilidades de reproducción y producción controlada; también a futuro, podríamos emprender programas de repoblamiento, si fuera necesario. El presente trabajo muestra avances en el conocimiento básico y aplicado de algunas de las numerosas especies con que cuenta nuestro Caribe colombiano, puntualmente aquellas habitantes de la Bahía del Rodadero, en Santa Marta, con miras a entender su posible rol en la diversificación de la acuicultura marina de nuestro país.

Adriana Rodríguez Forero  
Profesor Asociado  
Universidad del Magdalena

## ¿QUÉ ES EL PEPINO DE MAR?

Adriana Rodríguez Forero, PhD



## INTRODUCCIÓN

### ¿QUÉ ES EL PEPINO DE MAR?

Los pepinos de mar, también llamados holoturios, son invertebrados marinos, de forma tubular, que habitan la zona bentónica de los ecosistemas del mundo. Se encuentran dentro de la macrobiota más pobremente estudiada en el mundo. Pertenecen al filo equinodermata, donde también se incluyen erizos de mar, estrellas, ofiuroides, lirios y galletas de mar, entre otros. Hasta el momento, se han descrito aproximadamente 1400 especies a nivel mundial, clasificadas en 6 órdenes y 25 familias, de las cuales aproximadamente 70 tienen importancia comercial (James, 2001; Massin *et al.*, 2009; Purcell, 2010).

Son animales que presentan una forma tubular, musculosa, sin exoesqueleto aparente y sin zona oral (apertura bucal) y aboral (apertura anal) como la que poseen las estrellas o los erizos de mar. Ellos siempre van a distribuirse en el sustrato a través de su superficie ventral, llamada *trivium* y exponiendo su superficie dorsal, llamada *bivium*. Aunque exhiben simetría pentaradial a lo largo de su eje longitudinal, ya que internamente sus órganos y sistemas aparecen en un número múltiplo de 5, a su vez muestran simetría bilateral secundaria, pues externamente su cuerpo alargado da la sensación de tener un solo eje. Una de sus características más importantes es que está compuesto por un gran contenido de colágeno, lo que hace que el animal se pueda estirar o encoger fácilmente, característica que puede constituirse en sistema de defensa ante un potencial depredador (Smiley, 1988; Hamel y Mercier, 1996; Kerr, 2005) (Figura 1).

Se encuentran extensamente distribuidos desde las zonas intermareales hasta las profundidades oceánicas. Son muy lentos en su movimiento. No son selectivos en su alimento, el cual capturan de partículas en suspensión, *detritus* y algas. Desempeñan

un importante papel ecológico en los ecosistemas, habiendo sido catalogados como “bioturbinas”, al remover sedimento, reciclar el *detritus* y a su vez oxigenarlo. También son importantes para determinar la estructura del hábitat para otras especies, y pueden representar una parte sustancial de la biomasa del ecosistema.

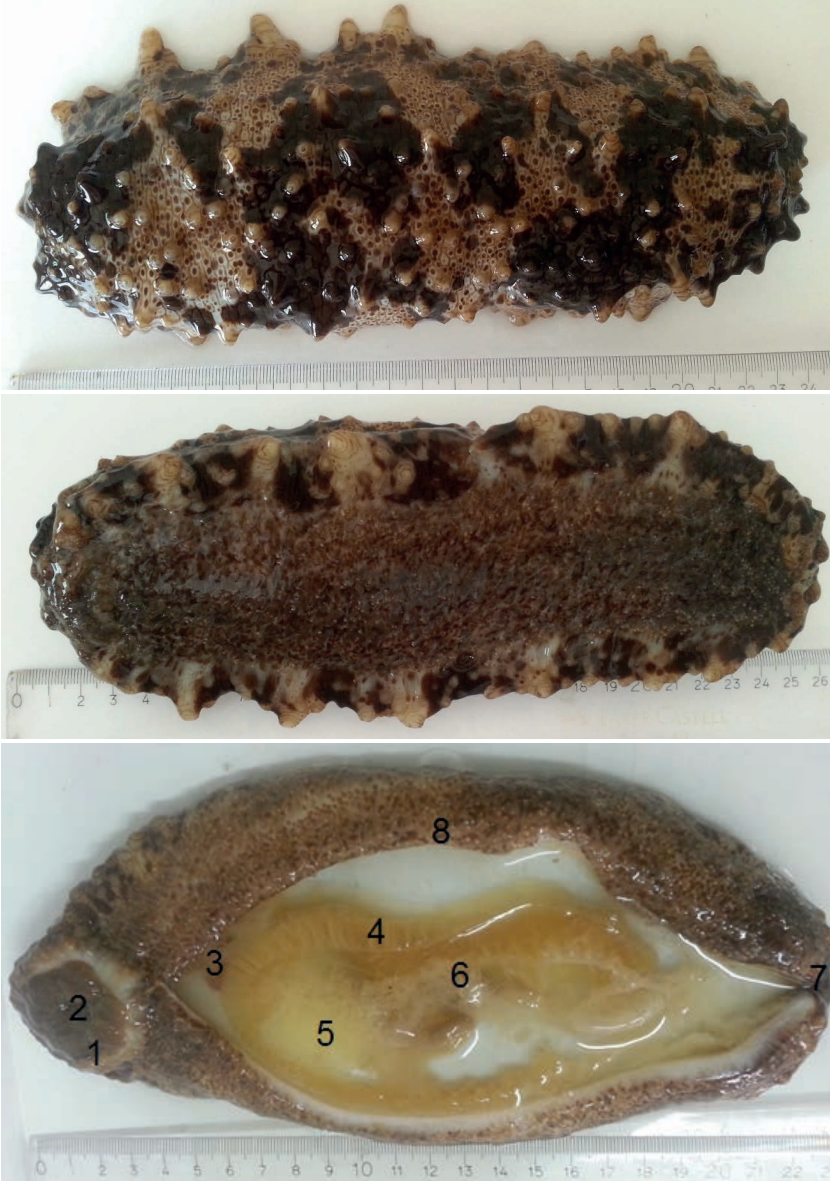


Figura 1. *Isostichopus* sp. A) Superficie dorsal (bivium); B) Superficie ventral (trivium); C) Morfología interna: 1) tentáculos; 2) orificio bucal; 3) esófago; 4) intestino; 5) gónada; 6) árbol respiratorio; 7) orificio anal; 8) pared corporal