

# **LIBRO DE RESÚMENES**

# **I CONGRESO**

# **INTERNACIONAL**

# **DE ACUICULTURA**

# **Y DESARROLLO**

# **RURAL 2017**

**PAUL MARTÍN BALTAZAR GUERRERO  
ROSA ESTHER FERNÁNDEZ CHUMBE  
JUAN CARLOS FRANCIA QUIROZ  
CHRISTIAN BERGER CEBRELLI  
(EDITORES)**



## **LIBRO DE RESÚMENES**

**I CONGRESO INTERNACIONAL DE ACUICULTURA Y DESARROLLO RURAL  
2017**



# LIBRO DE RESÚMENES

I CONGRESO INTERNACIONAL DE ACUICULTURA Y  
DESARROLLO RURAL 2017

EDITORES

PAUL MARTÍN BALTAZAR GUERRERO  
ROSA ESTHER FERNÁNDEZ CHUMBE  
JUAN CARLOS FRANCIA QUIROZ  
CHRISTIAN BERGER CEBRELLI

CAJAMARCA, JULIO DE 2017

**CIENTÍFICA**  
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Libro de resúmenes – I Congreso Internacional de Acuicultura y Desarrollo Rural 2017

© Paul Baltazar Guerrero, Rosa Fernández Chumbe, Juan Carlos Francia Quiroz y Christian Berger Cebrelli (editores).

© Derechos reservados de esta edición:

Universidad Científica del Sur S. A. C.

Carretera Antigua Panamericana Sur km 19, Villa El Salvador, Lima, Lima

(51-1) 610 6400

[www.cientifica.edu.pe](http://www.cientifica.edu.pe)

[fondoeditorial@cientifica.edu.pe](mailto:fondoeditorial@cientifica.edu.pe)

Primera edición digital: febrero de 2018

ISBN N.º 978-612-4276-06-4

Edición general: Fondo Editorial de la Universidad Científica del Sur

Editores: Paul Baltazar Guerrero, Rosa Fernández Chumbe, Juan Carlos Francia Quiroz y Christian Berger Cebrelli

Coordinación editorial: Miguel Ruiz Effio

Diseño de portada y diagramación: Estación La Cultura S. A. C.

Cuidado de textos: Ángel García Tapia

Esta obra se deberá citar como sigue:

Baltazar P, Fernández R, Francia J, Berguer C, editores. Libro de resúmenes – I Congreso Internacional de Acuicultura y Desarrollo Rural 2017. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Científica del Sur; 2018. 93 p.

Para la cita de los resúmenes, sugerimos el siguiente estilo:

Serrano-Martínez E, Montesinos LJ, Tantaleán VM, Casas VG. Identificación y caracterización ultraestructural de *Diplostomum sp.* en *Orestias luteus* del lago Titicaca. En: Baltazar P, Fernández R, Francia J, Berguer C, editores. Libro de resúmenes – I Congreso Internacional de Acuicultura y Desarrollo Rural 2017. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Científica del Sur; 2018. p. 10-25.

#### **Nota de los editores:**

Los manuscritos han sido revisados por el comité editorial del libro; no obstante, las opiniones y manifestaciones científicas en los mismos, así como el estilo, particularmente en la forma de exposición de autores, referencias y usos de símbolos, se respetaron para su publicación y son responsabilidad de los autores.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este libro sin autorización expresa de la Universidad Científica del Sur S. A. C.

Lima, Perú, 2018

Este libro digital se encuentra disponible en: [www.cientifica.edu.pe](http://www.cientifica.edu.pe)

# PROLOGO

La acuicultura se ha desarrollado en forma rápida en el mundo por sus características y ventajas en la producción de alimentos y productos comerciales, muchos de ellos con un alto valor; así como por propiciar el desarrollo rural y el bienestar de las poblaciones.

El desafío en todo el mundo es que este desarrollo acuícola continúe para atender las necesidades de las generaciones futuras, pero sobre todo que sea sostenible.

Las distintas instituciones con responsabilidad en la acuicultura procuran conocer los avances que se registran en esta actividad y difundir entre los usuarios los estudios e investigaciones que se publican, de modo que puedan aplicarse adecuadamente.

En este contexto, el Gobierno Regional de Cajamarca, a través de su Dirección Regional de la Producción, consideró necesario el desarrollo del I Congreso Internacional de Acuicultura y Desarrollo Rural, para cuya organización y realización contó con el apoyo de la Universidad Científica del Sur.

El presente documento constituye el libro de resúmenes de las presentaciones en este congreso, las mismas que se agrupan, para el interés del lector, en los temas de calidad ambiental, medidas sanitarias en acuicultura, cultivo de especies en aguas cálidas dulceacuícolas, cultivos acuícolas en aguas frías y cultivos marinos. Asimismo, incluye el resumen de las conferencias sobre diversos aspectos relacionados con la materia.

Los autores del libro también hacen mención tanto de los aspectos organizacionales como de las conclusiones y recomendaciones que se desprenden de estas presentaciones y conferencias, y del debate desarrollado en el transcurso del congreso.

Christian Berger C.  
**Comité organizador del I CINADER**



# ÍNDICE GENERAL

<b>Prólogo</b>	5
<b>Índice general</b>	7
<b>Inauguración</b>	11
<b>Presentación</b>	11
<b>Comités</b>	13
<b>Programa</b>	15
<b>CONFERENCIAS MAGISTRALES</b>	19
Recursos hídricos para la pesca y acuicultura en la región Cajamarca <b>Blgo. Alberto Rodríguez Valderrama (Direpro Cajamarca), Perú</b>	21
La acuicultura como un pilar de la bioeconomía: hacia el desarrollo regional sustentable del Perú <b>Ph. D. Javier B. Verástegui Lazo (Sanipes), Perú</b>	23
Crianza de trucha en el Perú y sus potencialidades al 2030 <b>Ing. Óscar del Valle Ayala (Fondepes), Perú</b>	27
Conceptos para producción alevinos monosexos machos de tilapia por reversión o inducción sexual <b>Dr. Carlos Mario Franco (Tilapez), Colombia</b>	29
Polímeros biodegradables a partir de piel de pescado <b>Ing. Pesq. Silvia E. Pandia Estrada (ITP), Perú</b>	41
La innovación de la acuicultura y pesca para el desarrollo rural del Perú <b>Sclgo. Javier Ramírez Gastón Roe (PNIPA), Perú</b>	43
Incubación de ovas embrionadas importadas de trucha <b>Ing. Rosa María Huasasquiche Pérez (Coraqua Perú), Perú</b>	47
Cultivo de especies tropicales <b>Ing. José Luis Chamba Chamba (Unidad de Acuicultura, Dirección Provincial Agropecuaria de Zamora Chinchipe), Ecuador</b>	53

Acuicultura rural como alternativa económica y herramienta de seguridad alimentaria: receptividad de las comunidades nativas amazónicas	
<b>Ing. Alfredo R. Palomino Ramos (Universidad Científica del Sur), Perú</b>	59
El potencial de la tilapia en el Perú	
<b>Blgo. Paul M. Baltazar Guerrero (Universidad Científica del Sur), Perú</b>	63
Conceptos prácticos del cultivo de tilapias bajo sistema biofloc	
<b>Dr. Carlos Mario Franco Gómez (Tilapez), Colombia</b>	81
Despistaje de enfermedades bacterianas en piscigranjas de la región Cusco	
<b>Blgo. César Pedro Mora Sancho (DIREPRO Cusco), Perú</b>	89
Sanidad y bioseguridad en acuicultura, piedra angular para el éxito productivo y sustentabilidad para las explotaciones acuícolas, desafíos y metas para la acuicultura del Perú	
<b>Dr. Juan Battaglia Aljaro (AB&amp;T Perú), España-Perú</b>	91
Producción del camarón tropical de agua dulce en la región San Martín, Perú: potencial del cultivo	
<b>Blgo. MSc. José Carlos Gastelú Guzmán (Las Palmas Aqua), Perú</b>	95
Manejo del pejerrey bonaerense ( <i>Odontesthes bonariensis</i> )	
<b>Blgo. Gustavo Berasain (Estación Hidrobiológica de Chascomús), Argentina</b>	97
<b>RESÚMENES DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN</b>	99
<b>CALIDAD AMBIENTAL</b>	100
La contaminación y la bioecología en la zona costera de San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos	
<b>Pedro José Rodenas Seytuke</b>	101
<b>MEDIDAS SANITARIAS EN ACUICULTURA</b>	102
Aislamiento de <i>Vibrio alginolyticus</i> asociado a mortalidades larvarias masivas de <i>Argopecten purpuratus</i>	
<b>Smith C., Balboa S., Mendoza G., Shiva C., Romalde J.</b>	103
Aislamiento y caracterización de <i>Salmonella</i> spp. en seis ambientes acuáticos de la bahía de Sechura, Piura	
<b>Alejos I., Shiva C.</b>	104
Estudio histopatológico en conchas de abanico en centros de cultivo Áncash, Perú	
<b>Valera A., Serrano-Martínez E., Llanco A. L., Sandoval Ch. N., Lhormann K.</b>	105

Estudio del perfil hematológico y bioquímico en gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ) y su variación frente a infecciones parasitarias <b>Minaya A. P., Serrano-Martínez E.</b>	106
Parásitos monogéneos en alevinos de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ) y paco ( <i>Piaractus brachypomus</i> ), de los centros de cultivos de la comunidad de Bello Horizonte (Tarapoto, Perú) <b>Cabrera M. A., Gómez K.G., Del Águila E., Pizango G.</b>	107
Exportaciones peruanas de pesca y acuicultura rechazadas por incumplimiento de estándares sanitarios y fitosanitarios de los Estados Unidos y España 2010-2016 <b>Quispe G. C., Falcón P. N.</b>	108
Identificación de microalgas tóxicas del género <i>Pseudo-nitzschia</i> productora de ácido domoico (ad), veneno amnésico en moluscos (asp), en la bahía de Samanco, Áncash <b>Villegas R. R., Hung C.A., Mora C. M.</b>	109
Caracterización ultraestructural del nematodo <i>Procamallanus inopinatus</i> en sábalo cola roja ( <i>Brycon cephalus</i> ), en Iquitos, Perú <b>Rivadeneyra N., Serrano-Martínez M., Llanco L., Mathews D. P.</b>	110
<b>CULTIVO DE ESPECIES DE AGUAS CÁLIDAS DULCEACUÍCOLAS</b> 111	
Producción de alevines de <i>Astronotus ocellatus</i> “pez óscar” en sistema cerrado, Trujillo, Perú <b>Vela A. K. A., Zafra T. A.M.</b>	112
Caracterización ultraestructural de <i>Rondonia rondoni</i> en paco ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) de Iquitos <b>Cuadros C. M., Serrano-Martínez E., Llanco L., Mathews D. P.</b>	113
Evaluación de dietas con diferentes niveles de <i>Arthrospira platensis</i> “espirulina” sobre el crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de <i>Cyprinus carpio</i> “carpa” <b>Francia J.C., Baltazar P., Acuache A.</b>	114
Reemplazo del alimento balanceado comercial por tres harinas: <i>Cocos nucifera</i> “coco”, <i>Amaranthus caudatus</i> “kiwicha” y <i>Arthrospira platensis</i> “espirulina”, sobre el crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de <i>Cyprinus carpio</i> “carpa” <b>Baltazar P., Francia J.C., Cabrera A., Ríos L.</b>	115
Principales características biológicas de <i>Plecostomus</i> sp. y <i>Chaetostomus</i> sp. en las comunidades nativas de los distritos de Huarango y San José de Lourdes, provincia de San Ignacio <b>Fernández CH. R., Baltazar P., Salas P. Y.</b>	116
Producción de semilla de <i>Pterophyllum scalare</i> “pez ángel” en sistema cerrado, Trujillo-Perú <b>Zafra T. A., Vela A. K.</b>	117
Reproducción y aporte de crías de <i>Carassius auratus</i> “goldfish” con diferente alimento en sistema cerrado, Trujillo-Perú <b>Zafra T. A., Vela A. K.</b>	118

<b>CULTIVOS ACUÍCOLAS EN AGUAS FRÍAS</b>	119
Mortalidad de truchas arcoíris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en piscigranjas del lago Titicaca (Puno, Perú)	
<b>Montesinos J. A., Falcón N. G.</b>	120
Identificación y caracterización ultraestructural de <i>Diplostomum</i> sp. en <i>Orestias luteus</i> del lago Titicaca (Puno, Perú)	
<b>Serrano-Martínez E., Montesinos L. J., Tantaleán V. M., Casas V.G.</b>	121
Innovaciones en la obtención de ovas embrionadas de pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> en la región Cusco	
<b>Blgo. César Pedro Mora Sancho (Direpro Cusco), Perú</b>	122
<b>CULTIVOS MARINOS</b>	123
Evaluación del efecto de la densidad de carga (kg/m <sup>2</sup> ) en la tasa de crecimiento en el cultivo de juveniles de lenguado ( <i>Paralichthys adspersus</i> ), en el centro de acuicultura Morro Sama de Fondepes	
<b>Zumilda Contreras Mamani</b>	124
Algunos aspectos y desarrollo de tecnologías de cultivo de peces marinos de importancia económica: corvina ( <i>Cilus gilberti</i> ) y chita ( <i>Anisotremus scapularis</i> ), en la región Tacna	
<b>Pepe, R., Chili, V., Espinozaz L.</b>	125
Evaluación de la capacidad reproductiva de tres praderas de <i>Chondracanthus chamussoi</i> a través de la liberación y asentamiento de carpoesporas sobre cuerdas de nailon en condiciones semicontroladas de laboratorio	
<b>Castañeda, M., Díaz, F.</b>	126
Crianza experimental de postlarvas de <i>Litopenaeus vannamei</i> a diferente densidad en sistema cerrado (Trujillo, Perú)	
<b>Zafra T. A., Siccha R. M., Ugaz A. L., Siccha R. C., Gonzales V. F., Correa La Torre J., Vela A. K., Castro A.J., Castillo G.J.</b>	127
Producción en crianza experimental de <i>Mugil cephalus</i> “lisa” en sistema cerrado a diferente salinidad	
<b>Zafra T. A., Moisés Díaz B.M., Dávila G. F., Castillo G. J., Reyes J., Leiva F. y Medina E.</b>	128
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	129
<b>Los editores</b>	135



## INAUGURACIÓN

La mesa de honor estuvo compuesta por:

1. Prof. Porfirio Medina Vásquez, gobernador regional de Cajamarca, quien dio las palabras de bienvenida al evento en nombre del Gobierno Regional de Cajamarca.
2. Contralmirante (r) Héctor Soldi Soldi, viceministro de Pesca y Acuicultura de Produce, quien inauguró el evento.
3. Quím. Blgo. Elmer Willian Culqui Muñoz, director regional de la Producción, quien presentó el evento y explicó sus alcances, con el fin de establecer las pautas necesarias para el desarrollo de la acuicultura nacional.
4. Blgo. Paul M. Baltazar Guerrero, coordinador del evento y coordinador del Laboratorio de Larvicultura de la Escuela de Biología Marina de la Universidad Científica del Sur, quien presentó el evento en representación de la universidad.
5. Ing. Asner Romero Vásquez, gerente regional de Desarrollo Económico, quien realizó el brindis de honor.

## MODERACIÓN

La moderación del evento estuvo a cargo de los profesionales de la Universidad Científica del Sur, coorganizadora del evento: M. Sc. Ing. Pesq. Alfredo Palomino Ramos (coordinador académico de la Escuela de Ingeniería Acuícola) y el Blgo. Paul Baltazar Guerrero (coordinador del Laboratorio de Larvicultura de la Escuela de Biología Marina).

## PRESENTACIÓN

Muchas veces, las oportunidades de desarrollo de la acuicultura y sus impactos en el sector rural no son evaluados en su real magnitud. Las experiencias internacionales demuestran que el abastecimiento de alimentos y la economía de la población rural no dependen únicamente del sector agrícola, sino del potencial de los recursos naturales de una región y los activos de capital que estos brindan para lograr la diversificación productiva.

Frente a esta realidad, es necesario intervenir decisivamente en actividades relacionadas con la acuicultura, que incluyan las políticas ambientales para garantizar un medio acuático saludable, así como generar, a través del empleo, mayores ingresos, sostenibilidad y reducción de la pobreza. En nuestro país, la acuicultura enfrenta dos retos para su desarrollo: garantizar el autosostenimiento de las actividades empresariales por los más pobres, a fin de evitar un asistencialismo permanente

o su abandono, y favorecer la inversión privada para piscigranjas comerciales, lo cual constituye un objetivo a nivel país del Ministerio de la Producción en su Plan Estratégico Multianual al 2021.

Es política del Estado el desarrollo de la actividad acuícola, a través de los distintos niveles de gobierno: Ministerio de la Producción, Gobierno regional y Gobiernos locales. La Política Nacional en materia de Acuicultura a nivel nacional fomenta el desarrollo de la acuicultura sostenible, a través de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, la diversificación de la acuicultura, la aplicación de buenas prácticas, reconociendo el valor ambiental, cultural, económico y social, así como la obtención y comercialización de productos de calidad.

Es política sectorial la promoción y generación de espacios de coordinación con los organismos públicos y privados vinculados a la actividad acuícola debidamente acreditados ante las instancias estatales.

En particular, en el caso de la región Cajamarca, se cuenta con la Plataforma de Coordinación y Articulación Pesquera y Acuícola promovida por el Viceministerio de Pesca y Acuicultura (Dirección General de Políticas y Desarrollo Pesquero), con la que se pretende contribuir al desarrollo productivo, competitivo y sostenible de las actividades pesqueras y acuícolas, mediante una gestión articulada, concertada e inclusiva entre los niveles de gobierno, la academia, los agentes productivos y la sociedad civil. Estos aspectos motivaron la organización del presente I Congreso Internacional de Acuicultura y Desarrollo Rural, por parte del Gobierno Regional de Cajamarca.

La Universidad Científica del Sur, mediante una propuesta educativa humanista y científica, forma profesionales líderes, capaces de participar armónicamente en la creación de riqueza moral y económica, y de asumir compromisos con la creación de conocimiento y el desarrollo humano de nuestra sociedad. Estos preceptos conducen a su participación en la organización de este Congreso.

Por su parte, el Ministerio de la Producción – Viceministerio de Pesca y Acuicultura, le da carácter oficial mediante la Resolución Ministerial N.º 324-2017-PRODUCE.

Ministerio de la Producción

Resolución Ministerial  
N.º 324-2017-PRODUCE

Oficializan el I Congreso  
Internacional de Acuicultura  
y Desarrollo Rural

Se oficializa el “I Congreso  
Internacional de Acuicultura  
y Desarrollo Rural” que se  
llevará a cabo los días 13 y 14  
de julio de 2017, organizado  
por la Dirección General de  
la Producción del Gobierno  
Regional de Cajamarca.

El objetivo del Congreso es recoger experiencias internacionales y nacionales sobre el empleo de la acuicultura en el desarrollo de los pueblos, evaluando necesidades y potencialidades que permitan desarrollarla como una alternativa productiva y viable, en los diferentes niveles de producción, en particular de manera sostenida, competitiva y contributiva a la seguridad alimentaria, la economía rural y el bienestar social.

Elmer William Culqui Muñoz  
**Presidente I CINADER**

Paul M. Baltazar Guerrero  
**Coordinador I CINADER**

## COMITÉS

### Comité Presidencial

Prof. Porfirio Hilario Medina Vásquez  
*Gobernador Gobierno Regional Cajamarca*  
Quim. Blgo. Elmer William Culqui Muñoz  
*Director Regional de la Producción Cajamarca*  
Dr. Manuel Rossempberg Barrón  
*Decano Facultad de Ciencias  
Veterinarias y Biológicas  
Universidad Científica del Sur.*

### Comité organizador

Quim. Blgo. Elmer William Culqui Muñoz  
*Director Regional de la Producción Cajamarca*



Blga. Rosa Esther Fernández  
*Directora Subregional de Producción Jaén,  
San Ignacio*  
Dr. Christian Berger Cabrelli  
*Escuela de Ingeniería Acuícola  
Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas  
Universidad Científica del Sur*  
Blgo. Paul Baltazar Guerrero  
*Escuela de Biología Marina  
Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas  
Universidad Científica del Sur*

### Comité Científico

Blgo. Paul Baltazar Guerrero,  
*Universidad Científica del Sur*  
Mg. Juan Carlos Francia Quiroz,  
*Universidad Científica del Sur*  
M. Sc. Alfredo Rubén Palomino Ramos,  
*Universidad Científica del Sur*

### Comité Administrativo y planificación

Blgo. Alberto Rodríguez Valderrama,  
*Gobierno Regional de Cajamarca*  
Lic. Jorge Huamán Chuquipoma,  
*Gobierno Regional de Cajamarca*  
C.P.C. Fausto Calua Herrera,  
*Gobierno Regional de Cajamarca*  
Tec. Ricardo Rojas Bueno,  
*Gobierno Regional de Cajamarca*

### Comité difusión, promoción y logístico

Blgo. Rosa Esther Fernández,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
Ing. Yoner Alito Salas Pastor,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
Ing. Denis Silva Rodríguez,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
Téc. Carlos Risco Vélez,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*

Téc. Carmen Ruiz Sánchez,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
Sec.Victoria Quiroz Quiroz,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
Ing. Elizabeth N. Gonzales Palacios,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
Econ. Wilson Silva Alvitres,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
Mv. Edgardo Herrera Quiñonez,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
Ing. Fredi H. Arroyo Cobián,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
Tec. Lenin B. García Giménez,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*

Sr. Lorenzo Ordóñez Cárdenas,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
Lic. Jorge Elías Renique, PRODUCE-DGDE  
Blgo. Héctor Guzmán Santiago,  
PRODUCE-DGPA  
Sec. María Elena Marín Aguilar,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
Blga. Rebeca Isabel Araujo Iglesias,  
*Dirección Regional de Producción Cajamarca*  
MsC. Alfredo Rubén Palomino Ramos,  
*Universidad Científica del Sur*



## PROGRAMA

<b>I CONGRESO INTERNACIONAL DE ACUICULTURA Y DESARROLLO RURAL</b> Retos y propuestas para el crecimiento de la acuicultura peruana Jueves 13 de julio de 2017			
HORA	ACTIVIDAD		
08:00 - 08:30 a. m.	Acreditación		
Lugar	Instituto Superior de Educación Pública “Hermano Victorino Elorza Goicoechea” Av. El Maestro 290 - Cajamarca		
HORA	TEMA	ENTIDAD	LUGAR
08:30 - 09:00 a. m.	Ceremonia de inauguración: programa especial		
09:00 - 09:25 a. m.	Recursos hídricos para la pesca y acuicultura en la región Cajamarca Blgo. Pesq. Alberto Rodríguez Valderrama	Dirección Regional de la Producción - Cajamarca	Cajamarca, Perú
09:25 - 09:45 a. m.	Perspectivas de la acuicultura en el Perú Ing. Jorge Zuzunaga Zuzunaga	Ministerio de la Producción (Produce)	Lima, Perú
09:45 - 10:30 a. m.	La acuicultura como un pilar de la bioeconomía: hacia el desarrollo regional sustentable del Perú Ph.D. Javier B. Verástegui Lazo	Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (Sanipes)	Lima, Perú
10:30 - 11:15 a. m.	Crianza de trucha en el Perú y sus potencialidades al 2030 Ing. Oscar del Valle Ayala	Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (Fondepes)	Perú
11:15 - 11:35 a. m.	<i>Coffee break</i>		
11:35 - 12:20 p. m.	Situación actual de la acuicultura en América Latina, retos y oportunidades. Sr. Carlos Pulgarín	Consultor de acuicultura de la Oficina Subregional de FAO para Mesoamérica Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	Panamá

Libro de resúmenes  
I Congreso Internacional de Acuicultura y Desarrollo Rural 2017

12:20 - 01:05 p. m.	Conceptos prácticos, para la producción de machos de tilapia por hormonización Dr. Carlos Mario Franco	M.V. Z. consultor Tilapez	Colombia
01:05 - 02:00 p. m.	Almuerzo libre		
02:00 - 02:45 p. m.	Uso de péptidos y nucleótidos de alta digestibilidad de origen hidrobiológico y su beneficio en la conversión alimenticia, sobre vivencia y ganancia de peso y talla en alevines de truchas Lic. Carlos Alberto Cabello Sánchez	Ingredients Inc. Perú	Perú
02:45 - 03:30 p. m.	Polímeros biodegradables a partir de piel de pescado Ing. Pesq. Silvia E. Pandia Estrada	Instituto Tecnológico de la Producción (ITP)	Perú
03:30 - 04:15 p. m.	Manejo de la inducción sexual (reversión sexual), para machos de tilapia 99% Dr. Carlos Mario Franco	M.V. Z. consultor Tilapez	Colombia
04:15 - 05:00 p. m.	La innovación de la acuicultura y pesca para el desarrollo rural del Perú Soc. Javier Ramírez Gastón Roe	Penipa	Perú
05:00 - 05:20 p. m.	Coffee break		
05:20 - 06:05 p. m.	Innovaciones en la obtención de ovas embrionadas de pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> en la región Cusco Blgo. César Pedro Mora Sancho	Dirección Regional de la Producción Cusco	Perú
06:05 - 06:50 p. m.	Solución a los problemas en la reincubación de ovas y eclosión de ovas importadas. Ing. Raúl Porras Tello	Troutlodge Inc.A Hendrix Genetics	Perú

Libro de resúmenes  
I Congreso Internacional de Acuicultura y Desarrollo Rural 2017

06:50 - 07:35 p. m.	Buenas prácticas acuícolas para el cultivo exitoso de alevines Ing. Rosa María Huasasquiche Perez	Coraqua Perú S.A. C.	Perú
07:35 - 08:20 p. m.	Cultivo de especies tropicales Ing. José Luis Chamba Chamba	Unidad de Acuicultura - Dirección Provincial Agropecuaria de Zamora Chinchipe	Ecuador
08:20 - 08:45 a. m.	Experiencias de gestión en la mesa técnica de Acuicultura en la región San Martín Sr. Paco Raúl Vargas Rojas	El Gran Paso - Tarapoto - San Martín	Perú
08:45:45 - 09:05 p. m.	Acuicultura rural como alternativa económica y herramienta de seguridad alimentaria: receptividad de las comunidades nativas amazónicas Ing. Alfredo Palomino Ramos	Universidad Científica del Sur	Lima, Perú
9:15 p. m. - 12:00 a. m.	Noche cultural		

Viernes 14 de julio de 2017

HORA	ACTIVIDAD		
HORA	TEMA	ENTIDAD	LUGAR
Lugar	Instituto Superior de Educación Pública "Hermano Victorino Elorza Goicoechea" Cajamarca Av. El Maestro 290 – Cajamarca		
HORA	TEMÁ	ENTIDAD	LUGAR
08:00 - 08:45 a. m.	El potencial de la tilapia en el Perú Blgo. Paul Martín Baltazar Guerrero	Universidad Científica del Sur	Lima, Perú
08:45 - 09:30 a. m.	Conceptos prácticos para piscicultura intensiva de tilapia en medio biofloc Dr. Carlos Mario Franco	MVZ.Consultor.Tilapez	Colombia
09:30 - 10:15 a. m.	Despistaje de enfermedades bacterianas en piscigranjas de la región Cusco Blgo. César Pedro Mora Sancho	Dirección Regional de la Producción Cusco	Perú

Libro de resúmenes  
I Congreso Internacional de Acuicultura y Desarrollo Rural 2017

10:15 – 10:35 a. m.	<i>Coffee break</i>		
10:35 – 11:20 a. m.	Sanidad y bioseguridad en acuicultura, piedra angular para el éxito productivo y sustentabilidad de las explotaciones acuícolas, desafíos y metas para la Acuicultura del Perú Dr. Juan B. Battaglia Aljaro	AB & T Perú S. A. C.	España / Perú
11:20 – 12:05 p. m.	Producción del camarón tropical en la región San Martín – Potencial del cultivo Blgo. MSc. José Carlos Gastelu	Las Palmas AQUA S. A. C.	Perú
12:05 – 12:50 p. m.	Manejo de pejerrey <i>Odontesthes Bonariensis</i> Blgo. Gustavo Emilio Berasain	Estación Hidrobiológica de Chascomú	Argentina
12:50 – 01:05 p. m.	Avances de la Acuicultura en la región San Martín Blgo. Pesq. Juan Miguel León Moya	Dirección Regional de la Producción San Martín	Perú
01:05 – 01:20 p. m.	La Acuicultura como impulsor en el desarrollo rural en la región San Martín Blgo. Pesq. Bianny Eudes Rodríguez Rodriguez	Dirección Regional de la Producción San Martín	Perú
01:20 – 02:00 p. m.	Presentación de post masters		
02:00 – 02:45 p. m.	Festival gastronómico		
02:45 – 03:00 p. m.	Conclusiones y recomendaciones del Evento		
03:00 – 03:20 p. m.	Clausura del congreso		
03:20 – 03:40 p. m.	Entrega de certificados		
03:40 – 06:00 p. m.	<i>City tour libre</i>		



# conferencias magistrales



# RECURSOS HÍDRICOS PARA LA PESCA Y LA ACUICULTURA EN LA REGIÓN CAJAMARCA

Blgo. Pesq. Alberto Rodríguez Valderrama  
Dirección Regional de la Producción. Cajamarca, Perú  
Correspondencia: rodval02@hotmail.com

## PRESENTACIÓN

El agua es un elemento esencial para desarrollar la pesca y la acuicultura. En Cajamarca, esta se encuentra ampliamente distribuida en ríos, lagunas, manantiales y reservorios. Las aguas se diferencian unas de otras por sus características físicas químicas y biológicas que, en conjunto, se conocen como ecosistemas acuáticos. En definitiva, la calidad de los recursos hídricos determina las especies acuáticas que en ellos pueden vivir, y permite que su fisiología y reproducción se desarrolle con toda normalidad. Según referencias bibliográficas, los recursos hídricos en esta región se encuentran distribuidos de manera desigual: los que vierten sus aguas al Pacífico poseen grandes limitaciones en la disponibilidad hídrica y constituyen el 28 % de la superficie de la región Cajamarca, en tanto los que vierten sus aguas al Atlántico representan el 72 % de la superficie de la región, son más caudalosos y permanentes. Los recursos hídricos (7) localizados en la vertiente del Pacífico mantienen un promedio de 11 piscigranjas, con una producción entre los años 2012 y 2015 de 2729 toneladas (t) de carne de trucha, mientras que los recursos hídricos (19) localizados en la vertiente del Atlántico abastecen a 37 piscigranjas con una producción entre los años 2012 y 2015 de 981 552 t de carne de trucha y 76,9 t de carne de tilapia.

## OBJETIVO

Dar a conocer los recursos hídricos para la pesca y la acuicultura en la región Cajamarca, como fuentes generadoras de alimentos e ingresos económicos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se basa en la recopilación de información contenida en las *Memorias anuales* de la Dirección Regional de la Producción, en el Marco del Plan Operativo Institucional y el *Inventario nacional de lagunas y represamientos 1980*.

## EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

La evaluación de los recursos hídricos con fines acuícolas pesqueros se orienta a examinar fundamentalmente la calidad del agua valorando sus componentes físicos, químicos y biológicos: temperatura, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad y dureza.

## CONCLUSIONES

Las lagunas con aptitud para la acuicultura comercial en la región Cajamarca son muy limitadas, con un total de 12 cuya superficie hídrica borde las 136 hectáreas, para producir en jaulas flotantes un promedio de 469,5 t/año de carne de trucha. Se promueve preferentemente la participación del inversionista local.

Las lagunas destinadas a la pesca (poblamientos o repoblamientos), para contribuir a la seguridad alimentaria de las poblaciones ribereñas, cuentan con un espejo de agua total de 211 hectáreas para una producción estimada de 13,7 t cada 2 años.

Los principales ríos que se vienen utilizando en acuicultura son 26 para 48 piscigranjas formales, con diferentes capacidades productivas que alcanzan aproximadamente 693,149 t de carne de trucha por campaña. Los manantiales aportan 82,391 t y las lagunas con 128,242 t en el periodo 2012-2015.

Las provincias con mayor producción de carne de trucha son Cajamarca, con 593,242; Celendín, con 132,290 t; Hualgayoc, con 126,618 t, y otras, con 51,632 t, en el periodo 2012-2015.

La producción de tilapias en nuestra región alcanza un promedio de 76,0 t por campaña en las zonas cálidas: Cutervo, con 67.9 t, y Jaén, con 9 t, en los años 2012-2015.

En el caso de las pescas extensivas, el recurso hídrico con el mayor aporte fue el reservorio Gallito Ciego, con 26.6 t, seguido por la laguna San Nicolás, con 11.725 t, y el río Jequetepeque, con 8,067 t. La provincia de Contumazá lidera con 34.698 t, y lo sigue Cajamarca, con 11.725 t. En cuanto a la especie de mayor captura fue pejerrey con 15,397 t, seguida de Cascate con 13,296 y Life con aa.183 t, en el periodo 2012-2015.

Los recursos hídricos evaluados durante el periodo 2012-2015 y con aptitud acuícola-pesquera en la región Cajamarca suman 222: 135 ríos, 76 manantiales, 10 lagunas y 1 reservorio.

En el periodo 2012-2015 se han instalado 51 piscigranjas: 15 micro y pequeñas empresas y 36 de recursos limitados, de las cuales 44 se dedican a la crianza de truchas y 7 a la crianza de tilapia. Sin embargo, el total a la fecha son 156 piscigranjas autorizadas y 2 concesiones.

## LA ACUICULTURA COMO UN PILAR DE LA BIOECONOMÍA: HACIA EL DESARROLLO REGIONAL SUSTENTABLE DEL PERÚ

Ph. D. Javier Verástegui Lazo

Dirección Ejecutiva, Sanipes

Correspondencia: [javier.verastegui@sanipes.gob.pe](mailto:javier.verastegui@sanipes.gob.pe)

En los últimos 20 años, el concepto de bioeconomía está en la base de las nuevas políticas de los países desarrollados y en vías de desarrollo, como una respuesta a los retos de la sociedad en el siglo 21, principalmente para la provisión sustentable de alimentos, energía y materiales; la conservación del medio ambiente y la biodiversidad, y la mitigación de los impactos del cambio climático.

El concepto de bioeconomía surge del vínculo entre dos disciplinas científicas: la biología y la economía. La biología se enfoca en el estudio de los seres vivos y todos los procesos asociados; por su parte, la economía estudia cómo administrar y distribuir eficientemente los recursos. Ambas ciencias se ocupan de la predicción y explicación de los fenómenos observados.

Podemos definir a la bioeconomía como la producción y la utilización de los recursos biológicos, la tecnología y la inteligencia biológica (genómica), con el fin de suministrar productos, procedimientos y servicios a todos los sectores económicos, en el marco de un sistema económico sostenible. Por tanto, la bioeconomía no es un sector económico, sino un grupo amplio de nuevos procedimientos y tecnologías basadas en materias primas de origen biológico que atraviesan sectores diversos, incluyendo la agricultura, la silvicultura, las pesquerías, la acuicultura, así como las industrias alimentaria, energética, farmacéutica, de cosméticos, de pulpa y papel, entre otras.

Los recursos biológicos constituyen la base de la bioeconomía e incluyen todo el conjunto de formas de vida, desde los genes, virus, bacterias, levaduras y microorganismos en general, hasta las algas, plantas y animales, así como la conjunción de todos esos elementos en ecosistemas, los que junto con los recursos agua y suelo conforman paisajes naturales o intervenidos por la acción humana.

La bioeconomía incluye las tecnologías convencionales y modernas que transforman los recursos biológicos. De estas, la principal es la biotecnología, que tiene un rango amplio de aplicaciones útiles para el desarrollo de la bioeconomía, entre las que destacan las industriales (biotecnología blanca), ambientales (biotecnología gris), agropecuarias (biotecnología verde), en recursos hidrobiológicos (biotecnología azul) y en el campo de la medicina (biotecnología roja)<sup>1</sup>.

La acuicultura se define como una actividad humana relacionada con el cultivo de organismos en ambientes acuáticos, y en las últimas décadas se ha convertido en una de las actividades productivas con mayor velocidad de crecimiento, debido sobre todo al agotamiento de los stocks marinos de las pesquerías tradicionales y a la mayor demanda de alimentos proteicos.

<sup>1</sup> Joachim von Braun (2015). El concepto de bioeconomía en perspectiva y su relevancia para la agenda global de políticas de desarrollo. Conferencia Internacional de Bioeconomía en América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 7-8 octubre de 2015.

La bioeconomía acuícola se basa en la interacción entre diferentes disciplinas y ciencias, y funciona bajo un enfoque multidisciplinario que permite realizar análisis integrales. Se apoya en el uso de la biotecnología, las tecnologías de producción y los modelos matemáticos para comprender e interrelacionar todos los aspectos que influyen en el manejo de la producción acuícola.

Por un lado, la biotecnología moderna permite conocer nuestros recursos acuícolas al nivel de ADN, incluyendo aspectos de la evolución molecular, la filogenia, la diferenciación de especies muy relacionadas (taxonomía), la identificación de especies, la diferenciación de poblaciones geográficas, la migración entre poblaciones, la hibridación, la paternidad y las relaciones de parentesco, la identificación de sexo, y el análisis de presencia de parásitos, patógenos o caracteres congénitos, entre otras aplicaciones. Con esto se podrá caracterizar y domesticar un rango amplio de especies de nuestra biodiversidad y así incrementar el número de especies comerciales de la acuicultura peruana, que actualmente está limitado a 6 especies: langostino, concha de abanico, trucha, tilapia y paiche.

Asimismo, la biotecnología también contribuye de manera eficaz a solucionar problemas de contaminación por derrames de petróleo en áreas de acuicultura marina y de aguas continentales (el caso de la pesquería y la acuicultura rural en ríos amazónicos), permite el monitoreo de los florecimientos tóxicos (el caso del virus de la mancha blanca que afecta el cultivo de langostinos), la restauración de determinados hábitats (el caso de la maricultura de conchas de abanico y palabritas en la bahía de Sechura), y la identificación del país de origen de especies amenazadas (biotecnología forense).

Desde el punto de vista energético, la biotecnología aplicada a la acuicultura permite la fotosíntesis eficiente de biomasa acuícola (microalgas) como sustrato para la producción de biodiésel y biometano, como alternativa a los combustibles fósiles. Además, contribuye a desarrollar productos innovadores para grandes retos de la sociedad, como la producción de proteínas y enzimas, biopolímeros y biomateriales para fines energéticos, de salud humana, alimento animal, cosméticos y biorremediación.

Por otro lado, la aplicación de la modelización e ingeniería de sistemas a la actividad acuícola permite gestionar y combinar adecuadamente los aspectos biológicos, ambientales, físicos, tecnológicos, económicos e institucionales que están involucrados en los sistemas de producción acuícola.

En cuanto a la formación y la capacitación de recursos humanos para la aplicación de la biotecnología en acuicultura, destacamos la importante experiencia de la empresa IncaBiotech de Tumbes, que ha promovido la creación de la mejor maestría peruana en biotecnología molecular en la Universidad de Tumbes, y ha creado el CEBAP (Centro Educativo Experimental de Biología y Biotecnología Acuática y Acuícola) en Puerto Pizarro, para implementar proyectos I+D con alumnos de dicha maestría.<sup>2</sup>

En el Perú, el Programa Nacional de Desarrollo Acuícola (PNDA), establecido por la Ley N.º 27460, Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura, y elaborado por la Dirección General de Acuicultura del Despacho Viceministerial de Pesquería del Ministerio de la Producción —en forma participativa con las agencias estatales, el sector privado y los usuarios de la acuicultura, y el apoyo de la FAO—, constituye una guía para el desarrollo del sector acuícola en el período 2009-2021.

Con la reciente aprobación del Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA), cofinanciado mediante un préstamo del Banco Mundial y adscrito al Viceministerio de Pesca y Acuicultura, se espera, a partir del segundo semestre del presente año, contar con un fondo de 120,90 millones de dólares por 5 años para promover la investigación estratégica en las universidades y centros de investigación, así como la investigación adaptativa, los servicios de

<sup>2</sup> [www.aquahoy.com/noticias/general/25481-cebap-impulsando-la-acuicultura-del-norte-del-peru](http://www.aquahoy.com/noticias/general/25481-cebap-impulsando-la-acuicultura-del-norte-del-peru)

extensión y el fortalecimiento de capacidades en pesca y acuicultura a nivel de las asociaciones de productores rurales de todo el país.

El PNIPA incluye también un fondo especial para fomentar la mejora de la gobernanza del sistema pesquero y acuícola en el Perú, orientado a las agencias públicas relacionadas. En este sentido, en setiembre de 2015, el PNIPA organizó un taller internacional y publicó las actas del evento que contienen información de buenas prácticas para implementar la gobernanza de la acuicultura en el país<sup>3</sup>.

Las políticas de bioeconomía vinculadas a la acuicultura rural deberían promover las oportunidades biotecnológicas para añadir valor a la biodiversidad de recursos hidrobiológicos, con el fin de reducir la vulnerabilidad de la agricultura familiar frente al cambio climático mediante los ajustes tecnológicos requeridos, y elevar su rentabilidad aprovechando el potencial de conocimientos disponibles incluyendo los tradicionales. Dichas políticas podrían diseñarse con base en las particularidades territoriales y las necesidades de adaptación a los cambios que vienen ocurriendo. De esta manera, el Perú podría enfrentar los desafíos de la acuicultura rural en el marco de una creciente demanda por alimentos saludables, energía y productos amigables con el ambiente.

¿Cómo incorporar los conocimientos y tecnologías de la bioeconomía para elevar la competitividad de la acuicultura, hacer un uso sostenible de los recursos naturales y contribuir a la mitigación de los efectos del cambio climático, minimizando los impactos en el ambiente, en el marco de los principales acuerdos internacionales?

Una de las recomendaciones más importantes del autor es priorizar la capacitación sobre bioeconomía a los diferentes estamentos de la sociedad relacionados con la acuicultura rural, especialmente los propios pescadores, agricultores y las asociaciones de productores pesqueros, acuícolas y agropecuarios del país, pues el desarrollo de la acuicultura continental y marina resulta complementaria, necesaria y urgente a nivel de la agricultura rural.

Finalmente, algunas conclusiones y recomendaciones específicas:

- Crear redes nacionales e internacionales para la promoción e investigación en biotecnologías apropiadas para la acuicultura en áreas rurales.
- Fortalecer la institucionalidad en la acuicultura rural, fomentando el interés e involucramiento de las asociaciones de productores agrarios, para quienes la acuicultura representa una actividad complementaria altamente rentable.
- La política de promoción de la bioeconomía acuícola debe orientarse a la mejora de los sistemas de producción acuícolas, la productividad y la competitividad a nivel rural, y ser vinculante a todas las agencias públicas.
- El PNDA, el Fondepes y el PNIPA deberían priorizar el desarrollo de la acuicultura rural asociada a plantas procesadoras de productos acuícolas (frescos fileteados, congelados y conservas), enfocando la oferta de los productos de acuerdo con las necesidades y requerimientos de los mercados nacional e internacional (exportación).
- El Sanipes debería priorizar el desarrollo de programas de capacitación en tecnologías y mejores prácticas para asegurar la sanidad e inocuidad en la producción acuícola rural, así como para la aseguración y acreditación de calidad, a través de sus oficinas descentralizadas.
- La plataforma de acción pública concertada debería promocionar el desarrollo integral de las capacidades humanas de los pescadores, acuicultores, agricultores rurales y otros miembros de la cadena, especialmente en sus componentes más débiles, para fortalecer los aspectos

<sup>3</sup> PNIPA, Taller Internacional “Experiencias globales en gobernanza de sistemas de innovación en Pesca y Acuicultura”, Lima, setiembre de 2015. <http://pnipa.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/LIBRO-TALLER-INTERNACIONAL.pdf>

culturales y la confianza entre todos los actores. Para ello, se necesita el involucramiento de las agencias públicas de promoción rural de Produce y el Ministerio de Agricultura y Riego.

- Se debe promover la ampliación del enfoque de comercio justo a las actividades de acuicultura rural, para la distribución de beneficios.
- Existe un gran potencial para incorporar los granos y pseudocereales andinos, así como otros cultivos y residuos de cultivos de la biodiversidad peruana, en la producción de piensos acuícolas, a fin de reducir la dependencia y elevar la calidad nutricional y las propiedades funcionales del alimento acuícola.
- Esta vía ofrece una ventana de oportunidad para la I+D y la empresa rural peruana, a fin de innovar sobre recursos propios, elevar la calidad del alimento acuícola y comercializar productos de mayor valor agregado, incluyendo la exportación.



## CRIANZA DE TRUCHA EN EL PERÚ Y SUS POTENCIALIDADES AL 2030

Ing. Óscar del Valle Ayala  
Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (Fondepes)  
Correspondencia: [odelvalle@fondopes.gob.pe](mailto:odelvalle@fondopes.gob.pe)

En muchas regiones de nuestro país, los acuicultores activos y potenciales consideran que la trucha es oriunda del Perú, información que no es correcta, ya que la trucha fue introducida en el Perú en 1925 por profesionales extranjeros que trabajaban en la Cerro de Pasco Copper Corporation. Estos, luego de varios intentos, lograron habilitar un criadero de truchas en la Oroya, junto al Golf Club, para la incubación y desarrollo de los primeros ejemplares llegados al Perú.

En 1930, fueron obsequiados 50 ejemplares de trucha al señor Juan Morales quien, luego de haber desarrollado trabajos experimentales sobre su crianza, logró que el Gobierno peruano oficializara la suya como la primera estación piscícola del Perú. Posteriormente, su crianza se llevó a otras regiones, entre la que podemos mencionar Puno.

El Perú es un país que posee condiciones climáticas extraordinarias para desarrollar la crianza de trucha y un gran número de recursos hídricos lenticos (12,201 lagunas identificadas) y loticos, razón por la cual actualmente se viene realizando su crianza en 18 regiones del país. Asimismo, esta especie soporta altitudes que oscila entre 975 y 4600 m. s. n. m., con temperaturas que se encuentran en el rango de 9 °C hasta 17 °C, y tenores de oxígeno disuelto en el agua de 5 mg/l a 9,5 mg/l.

Actualmente, se cuenta con 2,266 unidades acuícolas formales, de las cuales el 73,2% (1,659 unidades acuícolas) se dedica a la crianza de trucha a menor escala, el 26,4% es de subsistencia y solamente el 0,4% es de mayor escala (8 unidades acuícolas). El mayor número de estas unidades acuícolas se encuentra en la región Puno, con 722 piscigranjas (31,9% del total), seguida por la región Junín, con 222 unidades acuícolas (9,8% del total).

Asimismo, en cumplimiento de la adecuación de las unidades acuícolas, establecida por la Nueva Ley de Acuicultura, Ley N.º 1195, a la fecha solamente se ha adecuado el 16,1% (364 U.A), de las cuales la mayoría se dedica a la acuicultura de menor escala (79,1%). En lo que respecta al sistema de crianza, el uso de jaulas flotantes se viene intensificando en los últimos 10 años y se concentra en la región Puno, donde el 84,7% de las unidades acuícolas las utilizan y se encuentran instaladas, en su mayoría, en el lago Titicaca.

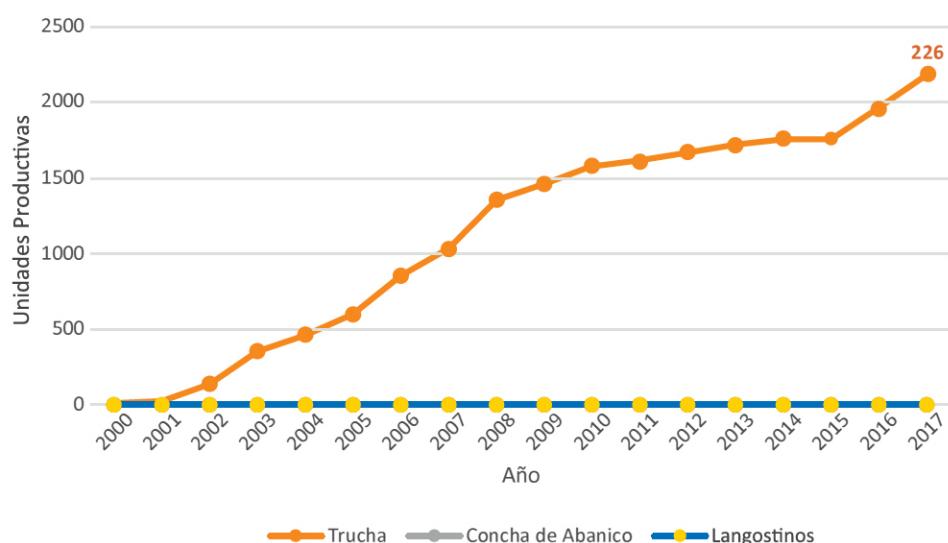
Una característica muy especial que presenta la crianza de trucha en el Perú es que, en los 15 últimos años, el número de unidades acuícolas que se dedican a esta actividad ha venido incrementándose paulatinamente, hasta llegar en la actualidad a contar con 2266 piscigranjas, lo que representa el 42,9% del total de unidades acuícolas formales que posee el Perú. Esto contrasta con

la situación de las unidades acuícolas de concha de abanico y de langostino, que no han sufrido un incremento significativo, al contar actualmente con 105 y 83 unidades acuícolas respectivamente.

La producción de trucha en el Perú igualmente se viene incrementando en forma vertiginosa, con un crecimiento anual del 22,9% en los últimos 11 años, y cuya máxima producción se obtuvo en 2016, con un total de 52,217 toneladas. La principal región productora es Puno, con 43,673 t/año, equivalentes al 82,9% de la producción nacional. Le siguen de lejos las regiones Huancavelica, con el 7,1%, y Junín, con el 4,3%. Se estima que la producción de trucha en los siguientes años seguirá incrementándose de manera progresiva, hasta llegar en 2030 a superar las 113,000 t/año.



**Figura 1.** Participación de la mujer en la crianza de trucha.



**Figura 2.** Incremento del número de unidades acuícolas de trucha en el Perú.

## CONCEPTOS PARA PRODUCCIÓN DE ALEVINOS MONOSEXOS MACHOS DE TILAPIA POR REVERSIÓN O INDUCCIÓN SEXUAL

Dr. Carlos Mario Franco Gómez  
Tilapez, Colombia  
Correspondencia: camafra1@yahoo.es

### INTRODUCCIÓN

Entre los 3 y 6 meses de edad, las tilapias —y, específicamente, la tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*)— son maduras sexualmente e, independientemente de su tamaño y condición nutricional, comienzan a reproducirse. A partir de su “pubertad”, el dimorfismo sexual se hace evidente y la hembra solo crece un tercio de lo que crece un macho, pues el resto de energía la utiliza en la reproducción. Esta especie puede tener de 8 a 12 desoves parciales por año. Como es lógico, a los 3 o 6 meses de edad no ha completado el peso final deseado en engorde (380 a 1000 g), por lo que el cultivo monosexo se hace necesario, pero sin desperdiciar el 50% de la población que es genéticamente hembra. Frente a esta situación, se ofrecen diversas técnicas para la producción de monosexos machos. No obstante, la buena calidad de los alevinos producidos debe estar generada no solo por una excelente genética, sino también por su conservación y el incremento en los valores de eficiencia, sanidad y progreso genético.

La reversión sexual es un método excelente, sencillo y económico. Las fallas en la masculinización de las hembras genéticas en machos fisiológicos por este método de hormonización, es decir, el no obtener un alto porcentaje de machos, se debe a deficiencias en la ejecución del método. Producir alevinos machos por inducción sexual usando hormonas masculinas (17 alfa- metiltestosterona) no solo es cuestión de comprar un alimento ya hormonado o, en su defecto, prepararlo agregando la hormona, y proveerlo de acuerdo con una tabla de alimentación o *ad libitum* (libre demanda). Entonces, encontramos muchos puntos críticos que debemos cuidar para generar y ofrecer un alevino de alta calidad y revertido o masculinizado al 99% o 100%.

### MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE MONOSEXOS

**Sexaje visual.** Significa la pérdida del 50% de hembras y requiere un levante de cerca de 3 meses. Además, no ofrece garantías, su margen de error está entre un 5% y un 10%, y resulta agotador.

**Hibridación.** En el caso de las tilapias, hay dos tipos genéticos en cuanto a los cromosomas sexuales: hembra homogamética (XX) y macho heterogamético (XY), para *O. niloticus* y *O. mossambicus*, y hembra heterogamética (WZ) y macho homogamético (ZZ), para *O. urolepis hornorum*.

y *O. aureus*. El cruce interespecífico entre una hembra homogamética (XX) y un macho homogamético (ZZ) debe dar solo descendientes machos (XZ). Para este método se necesitan líneas absolutamente puras (sin contaminación); además, se reduce la tasa de fertilidad por ciertas incompatibilidades genéticas interespecíficas (9).

**Manipulación cromosómica (rayos UV, ginogénesis o androgénesis) o GMT.** Produce tilapias genéticamente modificadas o supermachos YY mediante el uso de rayos UV en huevos no fertilizados, para obtener huevos diploides XX y YY. También utiliza hormonas (estrógenos o andrógenos) para la producción de machos YY. Por tanto, se trata de un método muy laborioso, que requiere de cerca de 4 generaciones y pruebas de progenie, además de instalaciones que permitan mantener aislados y clasificados los diferentes productos genéticos (9).

**Inducción o reversión sexual.** Es posiblemente el método más popular, eficiente y seguro para la producción de monosexos. Puede realizarse en ambas direcciones; sin embargo, los machos crecen mucho más que las hembras. Aprovecha la etapa de indiferenciación gonadal para influir fisiológicamente en el sexo, más no genéticamente. El método funciona si se puede garantizar, como mínimo, un 98% de machos. No es contaminante ni peligroso para la salud humana, porque el pez excreta rápidamente la hormona (ver más adelante metiltestosterona vs. salud humana).

## CALIDAD DE REPRODUCTORES Y SU PRODUCTIVIDAD

Es muy importante tener un plantel reproductivo de alta calidad, que sea eficiente. Las condiciones mínimas que debemos considerar son las siguientes: evitar la contaminación genética, brindar una buena nutrición, evitar la degradación por entrecruzamiento, así como las enfermedades y los parásitos (9). No es rentable ni sostenible tener una gran biomasa de reproductores con bajo potencial reproductivo, que ocupe más espacio del normal y consuma más alimento y mano de obra. Para identificar estos problemas, se debe evaluar el plantel reproductivo, a fin de determinar la frecuencia y cantidad de peces para hacer los reemplazos necesarios y buscar el progreso genético.



El desarrollo o levante de un reproductor (hembra o macho) no es igual que el de un pez para engorde. Sus requerimientos nutricionales y velocidad de crecimiento son diferentes, pues lo que importa es el desarrollo de sus órganos más que la acumulación de carne. Es necesario ser

cuidadoso para no engrasar la cavidad abdominal; por lo tanto, los parámetros de valoración de un reproductor son diferentes.



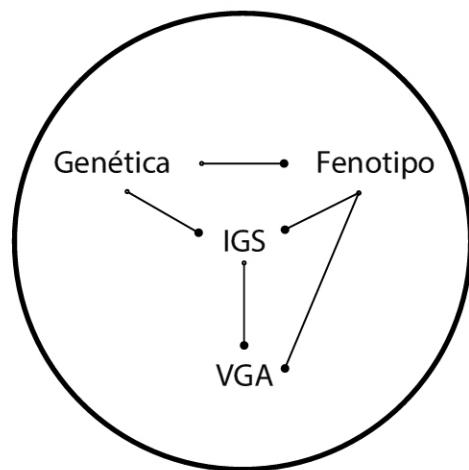
El potencial reproductivo de una hembra y un macho está influenciado directamente por su calidad genética y su desarrollo. No obstante, el desarrollo gonadal en las hembras está condicionado por múltiples factores: ambientales, nutricionales, de manejo, de engrasamiento visceral, de permanencia de reproductores juntos, etc.



En el caso de las hembras de tilapia nilótica, se recomienda tener reproductores con peso máximo de 400 a 450 g, pues un mayor tamaño afecta su oviposición por el posible taponamiento del conducto (oviducto) (1) y engrasamiento visceral, lo que genera una menor cantidad de huevos por gramo de hembra. La edad es otro factor importante, ya que podemos tener reproductores con muy buena apariencia, pero con gónadas gastadas, es decir, que ya han finalizado su ciclo reproductivo del todo.

Establecer el índice gonadosomático (IGS) nos indica la proporción del peso de las gónadas u ovarios con respecto al peso total corporal (1). El IGS es inversamente proporcional al tamaño del pez. Se considera que una hembra de tilapia nilótica, a partir de los 450 g, aproximadamente, comienza a decrecer su IGS. En términos prácticos, un buen IGS está alrededor de 1,35 a 4 (8). En el gráfico a continuación, se muestra cómo calcular el IGS y una tabla comparativa.

PESO VIVO, G	IG
123,3 a 178,4	1,13
178,5 a 233,6	113,1
233,7 a 288,6	1,785
288,7 a 343,7	1,309
343,8 a 398,8	1,618
398,9 a 453,9	1,212
454 a 467,7	1,037



$$IGS\% = \frac{\text{peso de las gónadas}}{\text{peso total del pez}} \times 100$$

## FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE UNA LÍNEA GENÉTICA DE TILAPIA

Según las condiciones ambientales o la tendencia del mercado, entre otros aspectos, cada especie tiene determinadas ventajas (9):

1. Tolerancia a alta salinidad (*O. mossambicus*)
2. Tolerancia al frío (*O. aureus*)
3. Aprovechamiento del alimento natural (*O. niloticus* y *O. mossambicus*)
4. Tamaño máximo y ganancia de peso (*O. niloticus*)
5. Hibridación para monosexos. Pureza genética (electroforesis)
6. Aceptación por el consumidor
7. Sanidad (enf. exóticas)

## POTENCIAL REPRODUCTIVO

En términos generales, en reproducción, se busca que una hembra produzca lo siguiente (5, 9):

Huevos: 5/gramo de hembra

Larvas viables: 1,7 a 2/gramo de hembra

La calidad genética, respecto a la tasa de crecimiento, afecta directamente el IGS, es decir, existe una alta correlación entre este índice y el crecimiento (1). Asimismo, hay una relación directa entre el buen fenotipo y el IGS; así se puede determinar el valor genético agregado (VGA), más aún cuando se hace la comparación con los ancestros y la progenie.



Unos buenos reproductores y buenas condiciones de incubación implican que, del total de huevos puestos, un 99% sean fértiles.

La natalidad de estos huevos está entre el 79% y el 95%. Cabe aclarar que el porcentaje de eclosión nada tiene que ver con la calidad genética de las hembras, sino con las condiciones ambientales del medio acuático y el manejo de la incubación (5).

La cantidad de larvas viables (que inician reversión) fluctúa entre el 78% y el 94%, según las condiciones del manejo poseclosión y la reabsorción desacovitelino (5,9).

Podemos concluir que la fertilidad, la natalidad y la cantidad de larvas viables no están determinadas por el valor genético respecto del crecimiento; pero sí por el manejo, espacio, nutrición, calidad del agua, etc.

De acuerdo con lo anterior, tenemos, por cada 1000 g de hembra, de 320g de peso aproximado, tomando como punto de partida 5 huevos/gramo de hembra, bajo incubación artificial (I.A.), lo siguiente:



PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE HEMBRA DE T. NILÓTICA (I. A.)		
Ítem	%	Valor
Huevos 5/g hembra	100	5,000
Fertilidad	99	4,950
Natalidad	79 a 95	3,910 a 4,702
Larvas viables	78 a 94	3,049 a 4,419
Larvas viables/g hembra		3,04 a 4,4
Supervivencia reversión	80	2,439 a 3,585

**Reposición de reproductores.** Levantar una cantidad de alevinos para futuros reproductores, con el conocimiento de la cantidad que necesitamos, requiere tener en la cuenta aspectos como tamaño final del reproductor, tiempo útil del reproductor, cantidad de alevinos mensuales, etc. En conclusión, para tener una buena eficiencia reproductiva, se debe tener reproductores de alta selección genética, con buen IGS, buscar el valor genético agregado y hacer incubación artificial, así se optimizará espacio, mano de obra, tiempo, recursos económicos, mejorará la rentabilidad y se obtendrá sostenibilidad económica. En cuanto al alimento para reproductores, es suficiente un balanceado con un 32% a una tasa del 1% al 1,1% de la biomasa; solo cuando hay subdesarrollo se recomienda un 1,5% a un 2% o más del peso de la biomasa (5, 9).

## AMBIENTES PARA REPRODUCCIÓN

Podemos tener estanques en tierra, en concreto, estanques o piscinas plásticas o hapas suspendidas en cualquier tipo de estanque. Cada tipo de ambiente acuático tiene condiciones propias

y permitirá una capacidad de carga y condiciones diferentes. Según la experiencia, si se busca obtener larvas, lo recomendable es el manejo de los reproductores en estanques (tierra, concreto, etc.); si lo que se quiere es una incubación artificial, el manejo de reproductores en hapas puede ser el método más eficiente.

La siguiente tabla muestra el ciclo de cosecha de larvas, de acuerdo con la temperatura del agua:

DURACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE ACUERDO A TEMPERATURA (ADAPTADO DE POPMA, 1994)	
Temperatura promedio °C	Días
22	28 a 31
24	22 a 24
26	18 a 20
28	15 a 17
28 a 32	14 a 16

### Producción de larvas en estanques en tierra

La densidad de siembra de reproductores dependerá de los kg de biomasa por m<sup>2</sup> que permitan las condiciones fisicoquímicas del agua, y del recambio. Normalmente, la proporción de siembra entre hembras y machos es de 3:1.

- 1) Se puede manejar con drenajes completos en cada cosecha de larvas entre 16 y 21 días, dependiendo de la temperatura (9).
- 2) Se deja a los reproductores y se extraen las larvas, con 1 a 2 vueltas al perímetro del estanque de 1 a 3 veces por semana (5).
- 3) Un manejo más intensivo (4 a 6 vueltas al perímetro al día de 1 a 2 veces /semana) produce un 50% a un 60% más larvas que el anterior (5). De acuerdo con las condiciones, IGS y VGA de los reproductores, los ciclos de reproducción pueden variar de 30 a 120 días. Al final de este ciclo, se recomienda hacer un drenaje completo, eliminar larvas y alevinos (cloro), eliminar lodos, tapar nidos, desinfectar, descansar de 8 a 12 días y resembrar. No obstante, se recomienda drenar completamente el estanque para la cosecha y dejar descansar a los reproductores; lógicamente, eso dependerá del área y volumen del estanque y su facilidad de manejo.

Es fundamental un buen manejo visual, relacionado con la medición de la temperatura (7 a. m. y 5 p. m.), y establecer su promedio. Una de las desventajas de mantener la cosecha continua durante un ciclo reproductivo largo (en estanques grandes) es el crecimiento de alevinos no capturados que canibalizan a sus congéneres, larvas de insectos piscívoros (odonatas) y otras especies (poeciliidae) (2, 9). Los estanques no deben tener profundidades mayores a los 80 cm (ni menores a 50 cm). No es recomendable, extraer a los reproductores y dejar las larvas para hacer reversión en el mismo estanque donde nacieron (9).

### Producción de larvas en hapas

En estanques sin recambio, se puede manejar una capacidad de carga de 0,25 a 0,5 kg/m<sup>2</sup>, dependiendo de las condiciones fisicoquímicas del agua, y puede llegar hasta 10 peces/m<sup>2</sup> (según tamaño y tasa respiratoria); con recambio, será en la proporción que éste, lo permita. La proporción de hembras y machos puede variar, según la densidad de reproductores, y puede llegar a ser de 1:1 (5), siendo esta última desventajosa por el riesgo de que los machos puedan comer larvas, para el caso de alta densidad. Lo usual es emplear mallas de 1,5 a 1,8 mm de ojo, en material sintético. También se pueden usar mosquiteros (revisar costuras y fragilidad de material). En síntesis, las hapas son poco costosas, fáciles de manejar y producen baja mortalidad de larvas en la cosecha. Su desventaja es la limpieza de sus paredes frente al deterioro de la calidad del agua, por posible taponamiento. Este sistema es aconsejable para grandes superficies de agua y condiciones de cosecha difíciles (densidad baja), para hacer incubación artificial.

En 5 hapas de 100 m<sup>2</sup> cada una, alojadas dentro de estanque sin recambio, y cada una con un promedio en biomasa de hembras de 25 kg y 45 a 50 hembras, biomasa de machos de 6 kg y 17 machos, y bajo incubación artificial, se puede obtener una producción de 36 a 50 larvas viables/m<sup>2</sup>/día.

### Producción de larvas en tanques de concreto, fibra de vidrio o piscinas plásticas

Para su capacidad de carga y densidad, se tienen las mismas consideraciones que para estanques en tierra, teniendo en la cuenta el recambio. En términos generales, podemos cargar de 1 a 2 kg de biomasa de reproductores o densidad de 3 a 8 peces/m<sup>2</sup>, la proporción de hembras por macho puede ser de 1:1, 2:1... 4:1 (5). A mayor densidad, menor proporción hembra-macho.

## INDUCCIÓN O REVERSIÓN SEXUAL EN TILAPIA CON USO DE HORMONAS

¿Qué larva o post-larva cosechar? La consideración principal es que la reversión debe comenzar antes de la diferenciación gonadal (3,4); de preferencia una larva con vestigio vitelino o que esté recién reabsorbido, y que no pase del rango entre 9 y 11 mm de longitud total. Se las puede clasificar utilizando un tamiz romboidal con ojo de 3 mm (5, 9). Con poslarvas mayores, el porcentaje de éxito de la inducción sexual pierde eficiencia y será muy bajo. Si se pasa de la fecha de recolección, puede disminuir la cantidad de larva recolectada por el canibalismo. En aras del eficiente uso de las instalaciones y mano de obra, es mucho mejor hacer la reversión a grandes lotes (programados) que a frecuentes lotes de pequeñas cantidades (9).

**Del espacio.** Se debe tener una alta densidad para optimizar la infraestructura, buen aprovechamiento de la productividad natural sin que interfiera con el buen consumo de la hormona, y homogeneidad de tamaño final del alevino.

Para la reversión en hapas con ojos de malla de 1,5 a 2 mm (medida en diagonal) (9), según la capacidad de aireación u oxigenación del cuerpo acuático, se pueden alojar 3000 a 6000 larvas/m<sup>2</sup> (9,2), con un recambio diario del 2% al 20%.

Para la reversión en estanques en tierra, de 100 a 200 m<sup>2</sup> para 50 000 a 75 000 larvas (9), según el recambio, se recomienda no más del 5% diario, a fin de no generar cambios bruscos de temperatura y pérdidas de la productividad natural. Las larvas deben ser pesadas antes de sembrarlas,

para calcular bien la cantidad de alimento a suministrar. Si no es posible pesarlas, se debe hacer la medición por desplazamiento de volumen y llevar el registro correspondiente.

**De la hormona.** Para inducir el sexo hacia machos, se usan hormonas masculinas. La más eficiente y común es la 17 alfa-metiltestosterona, que es liposoluble (no se disuelve en agua), en dosis de 30 a 60 mg/kg, y puede garantizar un 100% de machos (3). No todas las marcas tienen la misma concentración o calidad; sin embargo, no es conveniente usar más de 60 mg/kg de alimento, ya que se puede presentar un efecto contrario al deseado.

El tener un 98% a un 100% de alevinos machos por inducción sexual no depende solo de la hormona y su concentración en el alimento. Hasta el momento, se han presentado 2 métodos de hormonización: 1) incorporación de la hormona en el alimento, para darlo durante 25 a 30 días de tratamiento ininterrumpido (5, 9); y 2) por inmersión, en los días de la etapa de diferenciación gonadal (10 al 14). Sin embargo, esta última técnica (aparentemente fácil) es poco eficiente, pues los mejores resultados no pasan del 91% de machos y se hace necesaria una alta precisión en la cuenta de los días posteclosión, lotes muy parejos (en nacimiento) y control de la temperatura.

PORCENTAJE DE REVERSIÓN ACEPTABLE DE ACUERDO AL TIEMPO DEL CULTIVO (ADAPTADO DE POPMA, 1990)	
3 meses de engorde	90% a 93%
5 meses de engorde	95% a 97%
7 meses de engorde	98% a 99%
10 meses de engorde	100%

**De la preparación e incorporación o disolución de la hormona en el alimento.** Existen dos alternativas: 1) aceite vegetal o aceite de pescado. La hormona se disuelve en el aceite (liposoluble), pero no es fácil incorporar el aceite en el alimento, de tal forma que no garantiza una distribución homogénea; además, altera el balance energético (grasas) que ya trae el alimento, pues las tilapias no son tolerantes a las grasas. La lixiviación del aceite en el agua es otro factor que puede disminuir la concentración de la hormona en el alimento; por tanto, no es recomendable. 2) Lo recomendable es disolver la hormona en etanol (90% a 99% puro) o en alcohol isopropílico (9); el alcohol permite una excelente incorporación en el alimento y el secado, sin alterar las condiciones hormonales ni nutricionales del alimento balanceado. Se sugiere preparar una solución madre de alcohol y hormona en una concentración alta para almacenarla (debe guardarse en un recipiente oscuro o recubierto por una bolsa negra, en nevera o en lugar fresco), y luego, cuando se necesite preparar alimento, diluirla en un volumen mayor. La cantidad a emplear es de 200 a 400 ml de alcohol por cada kg de alimento (4, 9). Primero, se disuelve la hormona (solución madre) en el alcohol, luego se mezcla la solución con el alimento (4, 5, 9). Despues de preparado, el alimento se puede secar en horno a 60 °C o a temperatura ambiente y a la sombra (2, 4, 5, 9). Es preciso cuidar que no sea pisoteado por insectos (moscas). Despues del secado, se almacena en bolsas plásticas sin aire o en contenedores con tapa, y se refrigerara (2 meses). Puede tenerse al ambiente (1 a 2 semanas), mientras huele a alcohol estará buena (9), pero se debe evitar contaminación con hongos, para lo que se sugiere revisarlo bajo luz ultravioleta (lámpara o máquina de revisar billetes).

Es preciso considerar los cuidados en salud ocupacional que exige esta operación (guantes de látex o caucho y máscara), pues el contacto directo de la piel u otros órganos con la hormona (por absorción de testosterona) (9) puede tener efectos negativos sobre la salud a mediano y largo plazo. No se recomienda el uso de metanol o alcohol de madera, ya que puede generar alta toxicidad en los humanos o ceguera en los peces (no ven bien el alimento), y altera la estructura química de la hormona.

**Del alimento con la hormona.** El plancton proporciona una alta calidad biológica de la proteína, es decir, una alta digestibilidad con excelente relación energía-proteína. Es común caer en el error de suministrar alimentos con altos niveles de proteína cruda (40% al 50%), lo que se ha relacionado con afecciones de la mucosa intestinal y daños renales, que afectan al alevino subclínicamente y lo predisponen a ataques bacterianos (7). No debemos pretender que la calidad biológica del plancton (alimento natural) sea reemplazada por el alimento artificial (así sea balanceado), por lo que es adecuado llevar a cabo el proceso de reversión sexual en aguas naturales con plancton. Un alimento con proteína cruda entre un 35% y un 38% es suficiente para una excelente nutrición y reversión.

Las larvas se deben alimentar entre 4 a 7 veces al día (no comen la misma cantidad en cada ración), 7 días a la semana, en proporción del 20% al 12% de la biomasa (día 1 a día 30) (2, 5). Se requieren muestreos semanales para confirmar o determinar el ajuste de alimento de acuerdo con el peso. Es de gran importancia el tamaño de la partícula del alimento, que no debe ser mayor a 200 micras (2). No sobrealimentar. Para evitar que el alimento salga fuera de la hapa y se pierda, se debe colocar un anillo flotante (manguera plástica de 1/2"), de 0,5 a 1 m de diámetro (1 x cada 10 000 larvas), y depositar el alimento dentro de él (2,9).

**De la temperatura.** Las tilapias soportan altas temperaturas. La experiencia ha demostrado que aguas de 30 a 36 °C no afectan negativamente el proceso de reversión, pero sí que se deben conservar adecuadamente la hormona y el alimento ya preparado.

**Del tamaño final del alevino revertido.** El peso final adecuado de una buena reversión oscila entre los 0,1 y 0,3 g por alevino. La longitud debe estar entre 18 y 25 mm, pues los alevinos grandes no garantizan una buena reversión. Esto significa que muy pocos alevinos miden menos de 14 mm; si un 15% de los alevinos miden 13 mm o menos, deben ser retirados, pues más del 25% de ellos serán hembras (9). De acuerdo con lo anterior (4%-5% del total), se debe usar un clasificador con ojo de malla de 3,5 a 4 mm (los pequeños pasaran a través del ojo).

Si no tenemos una balanza confiable para pesar, lo podemos hacer así (9):

Determinación del peso por la longitud total: relación peso/longitud aproximada

$$P = 0,02 \star L^3$$

Donde:

P = peso en gramos por cada 1000 alevinos

L = longitud promedio del alevino en mm

Del total de larvas iniciales, debemos tener un 70% a 90% de supervivencia (80% en promedio).

**Prueba de confirmación en la eficiencia del tratamiento de reversión sexual.** 1) Fenotípico. Por el examen visual de la papila genital y/o sacrificio y revisión de las gónadas macroscópicamente. 2) Microscópico. Sacrificio del alevino e indurar entero (formol al 10%), durante 1 a 2 semanas, disecar las gónadas y luego hacer tinción con la técnica de acetocarmina squash (4, 5) o safranina, y observar al microscopio; si hay oocitos, es ovario (2).

## CAUSAS DE UNA MALA REVERSIÓN SEXUAL

- a. Calidad de la hormona. Porcentaje de pureza (concentración). Gran error pasar de 60 mg/kg.
- b. Almacenamiento de la hormona (temperatura y humedad) por 2 meses a 4 °C; 15 a 20 días a temperatura ambiente; 8 días con calor y humedad alta (9).
- c. Preparación de la hormona y medio de disolución (contaminación y distribución en alimento).
- d. Conservación de la calidad de la hormona en el alimento ya preparado (degradación).
- f. Tamaño de partícula del alimento
- g. Forma y cantidad de suministro del alimento hormonado (subestimación de la cantidad larvas).
- h. Método de obtención de larvas y/o poslarvas.
- i. Ambiente de levante de la larva y/o poslarva.
- j. Tamaño y edad de la larva (9 a 11 mm de LT y < de 5 días). Tamizaje.
- k. Homogeneidad del lote de larvas o poslarvas (canibalismo y jerarquía social).
- l. Cantidad de alimento consumido por el alevino.
- m. Duración de la etapa de reversión sexual, no < 25 días (cuando se agregan larvas a un lote, tener en la cuenta edad del último lote agregado).
- n. Oferta ambiental y estacionalidad (temperatura vs metabolismo).

## METILTESTOSTERONA VS. SALUD HUMANA

Un tema muy en boca de los “ambientalistas” es la cantidad suministrada durante la reversión sexual a un alevino, que es menor que la cantidad hormonal de un macho de tilapia. La hormona se metaboliza y elimina rápidamente en un alevino, pues a las 24 horas de suspendido el tratamiento se ha eliminado el 90% del total consumido, y a los 90 días se ha eliminado el 99%, es decir, solo quedan trazas (1%) (5, 9). Por tanto, el alevino revertido es inocuo y “verde”, por lo que se debe hacer referencia a que es un producto orgánico.

Durante su proceso de reversión sexual, de 30 días, se consumen entre 300 y 450 g por cada 1000 alevinos (9), lo que equivale a entre 0,3 y 0,45 g por alevino. Normalmente, este alimento se prepara con una concentración de metiltestosterona de 30 a 60 mg/kg (ppm).



	METILTESTOSTERONA			
Concentración de hormona	30 ppm	30 ppm	60 ppm	60 ppm
Alimento consumido / 1000 alevinos, g	300	450	300	450
Alimento consumido por alevino en 30 días, g	0,3	0,45	0,3	0,45
Hormona total consumida / alevino, mg	0,009	0,013	0,018	0,027
Residuo hormona en pez a 90 días (1%), ng	0,09	0,13	0,18	0,27

mg = miligramos

ng = nanogramo (milésima de un mg)

Los niveles normales de testosterona en machos: 300 a 1000 ng/dl

Los niveles normales de testosterona en hembras: 20 a 80 ng/dl

Entonces, el total de testosterona residual en una tilapia después de 90 días de suspendido el tratamiento es muy inferior, de 0,09 a 0,27 ng, en comparación con el mínimo normal en mujeres, por cada 1 dl de sangre. Por lo tanto, no es contaminante ni está contraindicado comer tilapia revertida con hormonas.

## REFERENCIAS

1. Rodriguez E. Comparación parámetros reproductivos en hembras de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*), de alto y bajo valor genético [Tesis]. Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales; 2012.
2. Franco G, Carlos M. Análisis técnico económico en la producción de machos monosexos por reversión sexual [Tesis]. Manizales: Universidad de Caldas; 1986.
3. Guerrero RD, Shelton WL. Método de acetocarmín squash para sexar juveniles. Prog. Fish Cult. 1974; 36: 56.
4. Guerrero RD III, Guerrero LA. Feasibility of commercial production of sex-reversed Nile tilapia fingerlings in the Philippines, p 183 – 186. En: R. S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J. L. Maclean (eds.). The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15. Manila: Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center of Living Aquatic Resources Management; 1988.
5. Green B. Mass production of tilapia fingerlings. Alabama: Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University; 1994.
6. Hughes DG, Behrends LL. Mass production of *Tilapia nilotica* seed in suspended net enclosures, En: Fishelson L, Aaron Z (comps.). Proceedings: International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Nazareth, Israel: Universidad de Tel Aviv; 1983.
7. Iregui C, Hernández E, Jiménez A, Pulido A, Rey AL, Comas J, Peña LC, Rodríguez M. Primer mapa epidemiológico de las lesiones y enfermedades de los peces en Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; 2004.
8. Kamolame OO y Arawomo GAO. Reproductive strategy of *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae) in Opa reservoir, Ile-Ife, Nigeria. Rev de Biol Trop. 2007; 55 (2): 595-602.
9. Popma T, Geren B. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. Alabama: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University; 1990.



## POLÍMEROS BIODEGRADABLES A PARTIR DE PIEL DE PESCADO

Ing. Pesq. Silvia E. Pandia Estrada  
Instituto Tecnológico Pesquero, ITP  
Correspondencia: [spandia@itp.gob.pe](mailto:spandia@itp.gob.pe)

Las fuentes de polímeros naturales son diversas. Muchos provienen de materiales residuales de alguna actividad industrial, como la pesquería, en la que estos constituyen hasta el 50% del peso de los recursos destinados al consumo humano. Los residuos de pescado (pieles) poseen un alto contenido de colágeno tipo I ( $> 80\%$ ). El colágeno insoluble presente en la piel es flexible y muy resistente, por lo que resulta una fuente idónea para obtener polímeros biodegradables. El colágeno, según los parámetros fisicoquímicos de extracción al que se le somete, es convertido a su forma soluble (gelatina), conocida por formar películas claras, flexibles, fuertes e impermeables al oxígeno cuando se moldean a partir de soluciones acuosas en presencia de plastificantes.

Por otro lado, diversos estudios han demostrado que los extractos de determinadas fuentes naturales poseen propiedades bioactivas (antimicrobianas, antioxidantes, etc.). El principal problema que se presenta en los productos pesqueros procesados (refrigerados y congelados) es su deterioro microbiológico, oxidativo y sensorial, que disminuye su vida útil y produce pérdidas económicas. Por tanto, el objetivo general de este proyecto es la obtención de polímeros biodegradables comestibles a partir de piel de pescado, enriquecidos con extractos naturales que poseen propiedades bioactivas, para luego caracterizarlos y aplicarlos como *coating* sobre productos pesqueros procesados y evaluar su influencia en el incremento de la vida útil en refrigeración y congelación. Con ese fin, primero se obtuvo la gelatina a partir de piel de pescado y se extrajo de ella el polímero biodegradable con propiedades bioactivas que será caracterizado y empleado como *coating* (recubrimiento en solución) en los productos pesqueros procesados.



## LA INNOVACIÓN DE LA ACUICULTURA Y PESCA PARA EL DESARROLLO RURAL

Scrgo. Javier Ramírez-Gastón R.  
Coordinador de la Unidad Formuladora PNIPA  
Despacho viceministerial de Pesca y Acuicultura, Produce  
Correspondencia: jramirez-gaston@produce.gob.pe

El Ministerio de la Producción, a través de su Viceministerio de Pesca y Acuicultura, pondrá próximamente en marcha el Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA), programa de inversión pública orientado a financiar proyectos de I&D+i en el sector pesquero y acuícola (P&A), y la construcción de una nueva gobernanza de la innovación sectorial.

La finalidad es promover el crecimiento a largo plazo del sector P&A de manera sostenible e inclusiva, mediante la renovación del modelo de desarrollo pesquero y acuícola del Perú hacia un patrón de acumulación, basado en el cultivo y la agregación de valor de los recursos pesqueros. Para esto, el programa espera ampliar la base productiva del sector, aumentar la productividad, incrementar la competitividad y el valor agregado de nuestras exportaciones sectoriales, fortalecer la seguridad alimentaria y el aprovechamiento de la biodiversidad de los recursos hidrobiológicos del país, y generar respuestas innovadoras para la adaptación al cambio y la inestabilidad climática.

Los objetivos del programa son: i) fomentar la articulación sistémica entre los diferentes agentes económicos e institucionales para generar y acelerar la dinámica de innovación de las cadenas de la pesquería y acuicultura nacional, de manera sostenible e inclusiva; ii) fortalecer las capacidades de los principales actores del Sistema Nacional de Innovación, para identificar, generar o adquirir, validar y promover la adopción de productos y procesos innovadores en la pesca y la acuicultura; iii) ampliar y mejorar la disponibilidad del mercado de servicios para innovar en productos y procesos en la producción, transformación, comercialización y consumo de la pesquería y acuicultura nacional; y iv) construir un marco institucional sistémico y coherente, en los tres niveles de gobierno, que garantice una activa conducción política y administrativa del proceso de renovación del sector pesca y acuicultura y del fomento de la inversión privada.

### PROBLEMÁTICA

Se parte de comprender que la economía peruana ha tenido un buen desempeño en las últimas décadas, como consecuencia de las buenas condiciones del mercado internacional de materias primas que sustentan la economía del país (tasa de crecimiento del 6,5% en los últimos 10 años). Particularmente, el sector P&A, que representa el 2% del PBI nacional, ha tenido un interesante crecimiento del 7% promedio anual en el período 2000-2012, a partir sustancialmente de tres

grandes actividades: i) desembarques pesqueros, ii) elaboración y conservación de pescado en conservas, y iii) producción de harina y aceite de pescado. Sin embargo, pese a estas interesantes cifras, el Perú en general, y particularmente el sector pesca, exhibe un nivel de productividad baja y gran heterogeneidad, alta presencia de empleo informal, grandes niveles de desigualdad en el ingreso, bajo nivel de innovación, débil institucionalidad y una canasta exportadora todavía poco diversificada y muy vulnerable (80% depende de la anchoveta), con poco nivel de procesamiento y valor agregado.

Frente a esta situación, se ve la necesidad de cambiar el patrón de desarrollo pesquero a uno que, aprovechando las grandes potencialidades de sus recursos naturales y su biodiversidad, permita reducir la vulnerabilidad del mercado de commodities y darle sostenibilidad al crecimiento del Sector P&A, con un importante aporte de inclusión social. Asimismo, sustentar su competitividad a partir de conocimiento e innovación que contribuyan a su diversificación, productividad y competitividad con valor agregado. Por otra parte, se evalúa que el contexto en el que se desenvuelve el desarrollo pesquero y acuícola mundial está cambiando notablemente, lo que exige una importante cuota de inversión en investigación tecnológica e innovación, de manera continua y progresiva.

## LOS PROYECTOS DEL PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN EN P&A

El programa pondrá a disposición de los agentes del Sistema Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (SNIPA) recursos públicos concursables para financiar proyectos de I&D+i que incrementen notablemente la calidad, cantidad y accesibilidad del conocimiento y la información tecnológica, económica, comercial y financiera, necesaria para forjar procesos de innovación en las principales cadenas pesqueras y acuícolas del país. Estará conformado por tres proyectos de inversión pública: i) Proyecto Nacional de Innovación en Pesquería, ii) Proyecto Nacional de Innovación en Acuicultura, iii) Proyecto de Mejoramiento de la Gobernanza del SNIPA. Los dos primeros se orientan al cofinanciamiento de proyectos de investigación aplicada, adaptativa, extensionismo y desarrollo de capacidades de la oferta de servicios, a través del fomento de alianzas entre la academia y los proveedores de servicios de innovación en general, con los agentes económicos organizados, en los diversos espacios territoriales (nacionales, regionales y locales).

El tercer proyecto se orienta al mejoramiento de la gobernanza del sistema de innovación en P&A del país. Eso significa, concretamente, i) mejorar la capacidad del Estado en la articulación y fortalecimiento del sistema de innovación con enfoque descentralizado, ii) mejorar la red nacional de sanidad, iii) fomentar el establecimiento de redes de cooperación entre los diversos agentes del sistema y de las cadenas de valor; y iv) desarrollar políticas consensuadas y actividades que reflejen una visión estratégica de I&D+i para la P&A, integrada a la política general de ciencia, tecnología e innovación. Al respecto, algunas actividades que deberían ser asumidas son las siguientes: a) fortalecer la capacidad de comunicación e información, incentivando el diálogo y la interacción entre los proveedores de conocimiento y sus usuarios; b) acometer visiones, prospectiva y vigilancia tecnológica, y análisis de políticas; c) renovar enlaces entre y con las universidades, d) formar unidades de desarrollo de negocios y apoyar la gestión de los derechos de propiedad intelectual; e) mejorar el monitoreo y evaluación y la gestión financiera; y f) fomentar espacios y relaciones de cooperación en determinados espacios regionales.

## ENFOQUE DEL SISTEMA DE INNOVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UNA TEORÍA DE LA ACCIÓN

La importancia que adquiere el PNIPA se asocia con la importancia de la innovación y la intensidad que actualmente adquiere el conocimiento en la economía y en la vida social. Las empresas compiten cada día más por ofrecer productos y servicios nuevos o por mejorar la calidad de sus productos, en un contexto de mercados muy dinámicos y rápidamente cambiantes. El enfoque emergente entiende la innovación como un proceso de aprendizaje social —no lineal—, a través del cual múltiples actores crean valor. Este comprende productos tecnológicos, modos de organización, políticas o la combinación de estos. Por tanto, la innovación no es sinónimo de ciencia ni de tecnología, más bien expresa la aplicación de conocimiento de todo tipo (no solo el conocimiento codificado, sino también el de tipo tácito que se encuentra incorporado en destrezas, creencias y formas de hacer las cosas) para alcanzar resultados económicos y sociales deseados. Asimismo, como lo deja en claro la figura 1, entendemos que la innovación no solo es tecnológica, sino que también comprende dimensiones sociales, ambientales, políticas y económicas.

Como se ha adelantado, el PNIPA acoge el enfoque de sistema de innovación (SI), entendido como el “lugar” de encuentro de los actores involucrados en la producción, adaptación, transferencia, divulgación y consumo de conocimiento e información, para colocar productos y/o servicios competitivos en el mercado. En esta perspectiva, entendemos que los SI son complejos, abiertos y dinámicos sistemas de la actividad social en la cual los actores (individuos, grupos, organizaciones) aplican su mente, energía y recursos para innovar en un dominio específico de la actividad humana (figura 2).

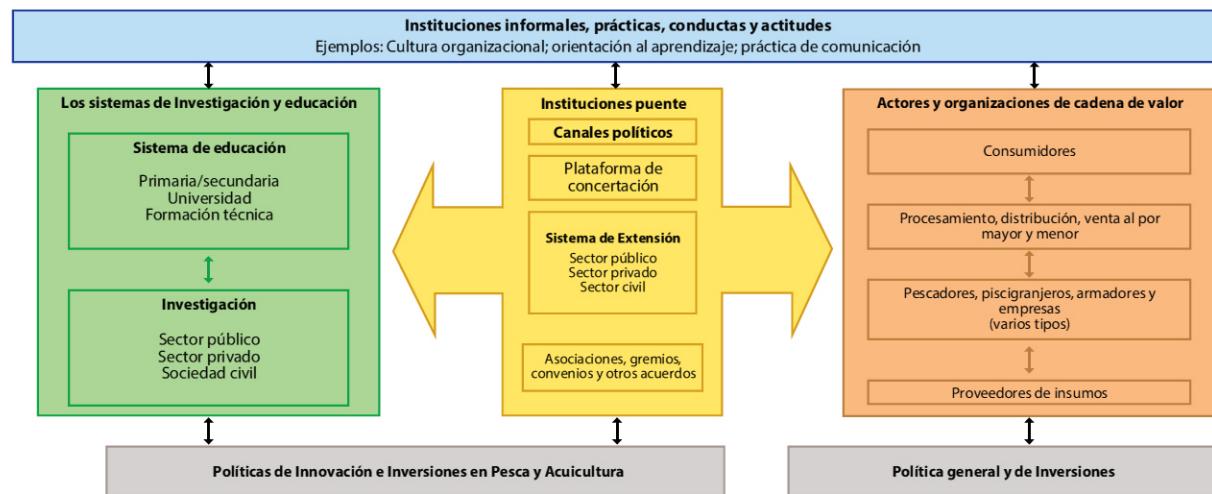


Figura 1. La innovación como proceso

Fuente: Jon Daane (2009)

En ese sentido, se trata de la construcción de una red de organizaciones, empresas e individuos orientados a dar uso social y económico a nuevos productos, nuevos procesos y nuevas formas de organización, conjuntamente con las instituciones y políticas que afectan su comportamiento y

desempeño. Esto supera los modelos lineales de innovación (empuje de la ciencia y jalonamiento por el mercado), y más bien destaca la multiplicidad de actores y la importancia del desempeño de los enlaces entre actores para la capacidad de la innovación, así como la multidireccionalidad de los flujos de conocimiento e información.



**Figura 2. Actores del sistema de innovación**

Fuente: Spielmann y Birner (2008); adaptado de Arnold y Bell (2001)

El PNIPA se orienta a la gestación de un “ambiente facilitador” favorable para los emprendimientos y la innovación. Un elemento fundamental lo constituye la construcción sistemática de los mercados de servicios para la innovación, como factor decisivo para acrecentar el acceso. Asimismo, comprende aquellos factores controlados por el dominio de lo político, como las políticas de fomento de la innovación; la estructura institucional y los mecanismos de gobernanza; el marco normativo regulatorio que estimule la innovación directa e indirectamente (calidad, seguridad, propiedad intelectual, bioseguridad); las políticas de acompañamiento de la inversión (crédito, tributación, mercado, infraestructura...), y una plataforma de M&E para la retroalimentación.

Por otra parte, el PNIPA se enmarca en los esfuerzos del país por insertarse en la era del conocimiento (*knowledge economy*) y promover la diversificación productiva, para generar nuevos motores de crecimiento económico que lleven a la diversificación y la sofisticación económica, la reducción de la dependencia a los precios de las materias primas, la mejora de la productividad, el aumento del empleo formal y de calidad, y un crecimiento económico sostenible. En ese sentido, el PNIPA se construye para facilitar el paso a un nuevo modelo de gestión de los recursos hidrobiológicos del país, más competitivo, en el que dominen el cultivo sobre la extracción pesquera; y la sostenibilidad, la formalidad y la inclusión social frente a la depredación, la informalidad y la persistencia de brechas sociales que caracterizan el actual modelo pesquero y acuícola.

## INCUBACIÓN DE OVAS EMBRIONADAS IMPORTADAS DE TRUCHA

Ing. Rosa María Huasasquiche Pérez

Coraqua Perú S.A.C.

Correspondencia: aquaventasjaliri@hotmail.com

- **Antes de realizar la incubación o reincubación:**

Se debe tener en cuenta:

- Preparar la sala de incubación dos días antes, desinfectando paredes, piso y techo del ambiente.
- Preparar y desinfectar el material para la incubación: artesa, bastidores de incubación, AquaYodo, tinas de plástico, baldes, jarras milimetradas, balanza, termómetros, canaleta de Von Bayer, ropa de trabajo, guantes, tocas, tapabocas, tijeras y otros.

- **Estimación del número de ovas incubadas**

**Método de Von Bayer.** Consiste en cuantificar el número de ovas acomodándolas sin presionarlas en la canaleta de Von Bayer (canal de 12" de longitud). Con este valor, se busca en la tabla de Von Bayer el número de ovas por litro y el diámetro de las ovas.

- **Incubación**

- Conocido el número de ovas aptas, se inicia el proceso de incubación utilizando el ingreso y salida de agua a una temperatura constante.

### **Reincubación de ovas embrionadas importadas**

A fin de contar con ovas durante todo el año, cada mes se importan ovas embrionadas procedentes de EE. UU. Este proceso hay que cumplirlo bajo las siguientes condiciones: las ovas son empacadas en bandejas dentro de una caja de material aislante parafinado sellada, diseñada específicamente para el transporte de ovas-ojo salmonídeas, y la temperatura dentro de la caja debe mantenerse en 4 °C (39 °F) para evitar eclosión prematura en tránsito.

- **Llegada de ovas en cajas**

Una vez recibidas las cajas con las ovas, se debe verificar lo siguiente:

- Cumplir con la normativa sanitaria vigente para el transporte de ovas dentro del país.
- Que las cajas no vengan dañadas y estén debidamente etiquetadas.
- Que estén acompañadas con el correspondiente certificado sanitario además del certificado de origen.

- **Apertura de las cajas**

Este paso se realiza en la sala de incubación con baja iluminación y ambiente frío.

Una vez abiertas las cajas, se retira la bandeja superior que contiene hielo y se coloca cuidadosamente un termómetro entre las ovas, con el fin de conocer la temperatura con que llegaron (de 1 °C a 4 °C).

- **Aclimatación de ovas**

Las ovas se deben aclimatar poco a poco temperando 2 °C por hora.

- **Proceso de aclimatación:**

- Preparar una tina (40 litros) con agua de la fuente, a la misma temperatura mínima en que llegan las ovas (adicionando hielo para bajar la temperatura del agua).
- Aclimatar las ovas bañándolas muy despacio con jarras con huecos, sin tener mucha distancia entre la caída de agua y las ovas.

- **Hidratación de ovas**

- **Verificación de huevo hidratado.** Coger una ova embrionada e hidratada y dejarla caer desde una distancia de 20 cm y ver cómo reacciona. Si rebota varias veces como pelota, el huevo está bien hidratado, se puede proceder a realizar la desinfección; en caso contrario, hay que esperar más tiempo hasta que la ova se encuentre bien hidratada.

- **Desinfección**

Desinfectar las ovas con un compuesto yodado a una concentración de 75 a 100 ppm de yodo activo (AquaYodo) por un tiempo de 5 a 10 min.

Considerar que antes de realizar la desinfección se debe constatar que el huevo esté muy bien hidratado.

**\*\*\*Verificación de unidades térmicas acumuladas (UTA).** Todas las ovas de trucha se despachan a 245 UTA y llegan generalmente con 65 UTA restantes para eclosionar, lo que representa 6-7 días a 10 °C (Fuente: Troutlodge Inc.)

Si por algún motivo las ovas llegan con más UTA que las indicadas en el Packing List, se debe levantar un acta de informe y no desinfectar con la solución yodada (AquaYodo), porque se corre el riesgo de que todas las ovas mueran después de 12 horas de realizada la desinfección.

### **Los equipos, productos y materiales empleados**

- Artesa
- Bastidores de incubación
- AquaYodo

- Tinas de plástico
- Baldes
- Jarras milimetradas
- Termómetros
- Canaleta de Von Bayer
- Ropa de trabajo
- Guantes
- Tocas
- Tapabocas
- Tijeras
- Linterna

### **Métodos y procedimientos**

Las ovas desinfectadas y aclimatadas serán reincubadas de acuerdo con el caudal que ingresa a cada artesa en el laboratorio de incubación.

Cada bastidor se llenará con las ovas de forma uniforme y con una sola capa, identificando en el registro correspondiente las bandejas y el número de la artesa en el que se está reincubando, para luego tener plenamente identificado el lote de llegada y se pueda efectuar en cualquier momento la trazabilidad.

### **Manejo de ovas durante la incubación**

Para la extracción de ovas muertas, con bombilla de jebe o pinzas individuales, se retiran estas por succión o una a una con cuidado, evitando dañar o mover bruscamente (las ovas muertas son de color blanco por la proteína desnaturalizada).

Se lleva el conteo de la mortalidad diaria por artesa en forma para la contabilidad y porcentaje general de la producción.

#### **Eclosión de ovas**

La membrana (cascarón) de la ova se rompe por disolución enzimática y por coleteo del embrión, eclosionando la larva de 18 mm de largo, según la temperatura del agua.

#### **Manejo de larvas**

Las larvas tienen un gran saco vitelino que le cuelga por debajo del cuerpo que contiene reservas alimenticias. La limpieza de los bastidores se realiza en forma diaria extrayendo las larvas muertas y las deformes, las cuales se anotan en el registro de mortalidades.

## **BUENAS PRÁCTICAS EN MANEJO DE ALEVINOS (SEMILLAS)**

Los alevinos son pelágicos y necesitan más luminosidad para alimentarse.

### **Desarrollo de la etapa de alevino**

Cuando todas las larvas reabsorbieron el saco vitelino y empiezan a nadar en la columna de agua, comienza la fase de alevinaje y son alimentados a saciedad. Se extraen los ejemplares muertos y se realiza la limpieza de las artesas a diario.

Durante la etapa de dedino, la alimentación se realiza a saciedad, teniendo mucho cuidado de que el alimento esté muy cerca del agua para que dure mucho más tiempo flotando en ella, y así sea mayor la probabilidad de que la reciban los dedinos.

El operario encargado de la sala, al realizar el primer desdoble, traspasa una determinada biomasa a uno de los estanques de las salas indicadas para recibir la etapa de alevinaje. Con este dato puede calcular el peso del alimento que se le proporcionará a determinado estanque.

### Ejemplo:

Datos:

Tasa de alimentación Alevinaje	:	3,8%
Biomasa	:	15 kg
N.º de raciones por día	:	5 veces

### Solución:

Calculando la cantidad de alimento diario:

$$\text{Cantidad de alimento por día} : \frac{3,8 \times 15 \text{ kg}}{100} = 0,570 \text{ kg}$$

Cantidad de alimento por ración suministrada:

$$\begin{aligned} \text{Alimento para todo el día} &: 0,570 \\ \text{N.º de raciones por día} &: 5 \text{ veces} \end{aligned}$$

$$\text{Cantidad de alimento por ración suministrada} = \frac{(\text{Alimento para todo el día})}{(\text{N.º de veces de alimentación diaria})}$$

$$\text{Cantidad de alimento por ración suministrada} = \frac{(0,570 \text{ kg})}{5} = 0,114 \text{ kg}$$

Las horas de suministro de alimento para la etapa de alevines es de 10 a 15 veces al día. Cada semana se realiza un muestreo biométrico de las artesas, para determinar la biomasa, ya que han crecido los alevines y existe mayor biomasa, y por ende la cantidad de alimento debe aumentar para ese estanque.

El ingreso y salida del alimento del almacén se registra en un formato de existencia del almacén.

## MANIPULACIÓN DE EJEMPLARES EN CULTIVO

### Selección

Se realiza cada 25 días desde el primer desdoble realizado después de la etapa de alevín inicial.

Un día antes de manipular a los alevines no se les alimenta, para evitar el estrés.

Se tiene preparado un estanque libre para el traspaso de los alevines seleccionados de la siguiente forma:

1. Con una malla se separan todos los alevines a la mitad del estanque.
2. En la otra mitad del estanque se realiza el trabajo de pasar todos los alevines por un seleccionador; los que caen se quedan en ese estanque y los que quedan se pasan el estanque que ya se tenía separado previamente para recibir la nueva biomasa.

### **Control de biomasa**

Cada volumen de peces que se traspasa se pesa en una balanza de reloj, que cuelga de un trípode.

En la balanza se pesa un balde con agua y luego se adicionan a este los alevines que han sido seleccionados y, por diferencia, se halla su peso.

Posteriormente, se anota en un cuaderno de campo para luego anotarlo en el registro de Selección.

### **Número de peces por kilo (NPK)**

Siguiendo la misma metodología que la anterior, se realiza un muestreo de 100 g de alevines en un balde.

Posteriormente, se cuentan los ejemplares que se hallaron en ese peso y luego se multiplica por 10 para hallar el número de peces por kilo.

1. Colgar una balanza reloj de un trípode.
2. Pesar en la balanza un balde con 5 kilos de agua.
3. Vaciar en el balde tantos alevines sean necesarios para llegar al peso de 5100 kg.
4. Vaciar y contar la cantidad de alevines que existen.
5. La cantidad existente multiplicarla por 10 y obtenemos la cantidad de ejemplares en un kilo, anotar en un cuaderno de campo.
6. Repetir la operación 10 veces para sacar un promedio cercano a la realidad.

### *Muestreo biométrico*

Utilizando la balanza gramera, y una muestra de 10 ejemplares de todo el lote. Añadir 6 gotas de tranquil para un galón de agua donde están nadando 10 peces, los cuales serán muestreados en peso y biometría utilizando el ictiómetro.

## **MANEJO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

El control está basado en la realización de análisis físicos, que se pueden realizar con los equipos que son para uso exclusivo de medición de temperatura parámetros fisicoquímicos como temperatura, pH, oxígeno disuelto y % de saturación.

Realizarlo al menos tres veces al día en horas clave, para tener un antecedente de los parámetros medidos y anotarlos en los formatos para tener un historial del comportamiento del agua de nuestro centro.

## MANEJO DE LA SANIDAD DE LAS ESPECIES CULTIVADAS

### Baños preventivos con sal

Se procede a sumergir en una tina de solución salina en concentración del 0,5% al 1% de sal para la etapa de alevines en la etapa preventiva dos veces cada quince días.

Para la etapa correctiva, cuando existe la presencia de hongos, el baño de sal tendrá una concentración del 2% de acuerdo al volumen de agua, realizando con una frecuencia diaria durante 3 días consecutivos y 2 días de descanso. Realizarlo en forma semanal hasta que se note la mejoría de los individuos.

Tomar en cuenta que al 1% es 100 g de sal por cada 10 litros de agua.

## COSECHA

### Traslado y siembra de alevinos

El transporte desde los laboratorios de incubación hasta las jaulas se realiza en horas de la mañana, evitando los rayos del sol que puede incrementar la temperatura del agua y provocar la mortalidad por anoxia (falta de oxígeno) y estrés.

El transporte en específico se realiza con oxígeno continuo con tanques especiales para el trasporte de los mismos.

La cantidad de alevinos por cada tanque es de 20 000 alevines.

### Siembra de alevinos

La siembra se realiza aclimatando de acuerdo con la temperatura del agua en el transporte, evitando el *shock* térmico (cambio brusco de temperatura del agua que puede sufrir el alevino).

## BIOSEGURIDAD

La bioseguridad la estamos manejando con los certificados sanitarios que se están solicitando a nuestro proveedor en este caso a la compañía Troutlodge Inc. de EE. UU.

Es requisito indispensable que se realice una desinfección certificada y registrada en el país de origen antes que se traslade de un país a otro. En el Perú, el Instituto Tecnológico Pesquero (ITP) en conjunto con el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (Sanipes) pide como requisito para poder importar ovas embrionadas de trucha el Certificado de Desinfección del país de Origen, para que se pueda emitir el Certificado Sanitario de Importación.

Por otro lado, para resguardar la bioseguridad de nuestras ovas y, por ende, de nuestra futura producción, como empresa se realiza la desinfección de ovas importadas, con una solución yodada (AquaYodo), certificada por un funcionario del Viceministerio de Pesquería.

## CULTIVO DE ESPECIES TROPICALES

Ing. José Luis Chamba Chamba  
Unidad de Acuicultura de la Dirección Provincial  
Agropecuaria de Zamora Chinchipe, Ecuador  
Correspondencia: jchambac@mag.gob.ec

### REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES

- a. **Temperatura.** Los rangos óptimos de temperatura oscilan entre 20 °C y 30 °C, aunque pueden soportar temperaturas menores. A temperaturas menores de 15 °C no crecen. La producción se da con éxito a temperaturas entre 26 °C y 29 °C.
- b. **Oxígeno disuelto.** Soporta bajas concentraciones, aproximadamente 2 mg/l, e incluso valores menores en períodos cortos. A menor concentración de oxígeno, el consumo de alimento se reduce, por consiguiente, el crecimiento de los peces.
- c. **pH.** Los valores óptimos de pH están entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de 5, pero sí resisten valores alcalinos de 10.
- d. **Turbidez.** Se deben mantener 30 centímetros de visibilidad.
- e. **Altitud.** De 850 a 2000 m. s. n. m.
- f. **Luz o luminosidad.** La radiación solar influye considerablemente en el proceso de fotosíntesis de las plantas acuáticas, lo que da origen a la productividad primaria, que es la cantidad de plantas verdes que se forman durante un período de tiempo.

### CRECIMIENTO Y DESARROLLO

El crecimiento de los peces y, por ende, la tasa de utilización del alimento depende de varios factores, a menudo difíciles de controlar:

- a. Cantidad de alimento,
- b. Temperatura,
- c. Densidad de siembra,
- d. Estrés,
- e. Disponibilidad de oxígeno,
- f. Competencia con otros peces, etc.

## ALIMENTACIÓN:

- a. **Ración cero (ayuno).** El crecimiento es negativo, es decir, pierde peso.
- b. **Ración de mantenimiento.** El alimento es mínimo, el pez no gana ni pierde peso.
- c. **Ración máxima.** A medida que aumentamos la ración, también aumenta el crecimiento del pez, hasta llegar a un punto máximo por encima del cual no ganará más peso por mucho que le demos de comer.
- d. **Ración óptima.** Es el punto entre la ración de mantenimiento y la ración máxima. En este punto, el pez crece con la máxima eficiencia, aunque menos que con la ración máxima.

## SANIDAD

Al mantener los peces en cautiverio, las condiciones de hábitat son bastante diferentes a las de su hábitat normal y, a medida que las producciones se intensifican, las alteraciones del ambiente son mayores, lo que posibilita la aparición de enfermedades.

Por esta razón, es necesario tener un adecuado conocimiento de las condiciones ambientales del medio acuático, de la especie en cultivo y de los posibles agentes infecciosos que pudieran atacarla.

El surgimiento de las enfermedades se atribuye a lo siguiente:

Cambios bruscos del medio, los cuales llevan al organismo a un estado de estrés (tensión).

### Factores no biológicos

La luz, el contenido de oxígeno, la mineralización del agua y la reacción activa del medio (pH).

### Factores biológicos

Juegan un gran papel en el surgimiento de una plaga. Entre ellos, son de gran importancia los siguientes:

- Densidad de población
- Edad
- Especie

### Síntomas de enfermedad

El comportamiento del pez enfermo se diferencia a la vista del comportamiento de los peces saludables; por tal razón, es importante vigilar el comportamiento de los peces en el estanque y registrar todas las divergencias de las normas:

- El ascenso de los peces del fondo a la superficie
- Movimientos erráticos
- Falta de apetito

Muy a menudo, en los peces enfermos se pueden observar los siguientes cambios en la piel:

- Capa de mucosidad
- Coloración
- Presencia de manchas
- Cambios en el color de la dermis

### **Control y normas sanitarias**

- Mantener condiciones ambientales.
- Conocer las densidades sembradas para que correspondan a un real estimativo del porcentaje de la “buena semilla”, tanto en calidad como en cantidad.
- En la siembra, eliminar predadores o competidores.
- Mantener siempre el suministro principal de agua a un nivel que permita cambios inmediatos en casos de emergencia.
- Tomar las muestras de agua en horas regulares, tanto de superficie como de fondo.
- Controlar entradas y salidas de agua.
- No permitir una turbidez menor a 20 cm de visibilidad.

## **REGISTRO DE DATOS**

El registro de talla y peso permite determinar el estado del pez. La muestra se extrae con cedazo o atarraya, colocándola en tinas con agua del mismo estanque, para luego proceder a medir las tallas y pesos individuales.

Los muestreos se hacen quincenalmente y se registran los datos en tablas que luego permitirán calcular tallas y pesos promedios, biomasa y ración alimenticia.

Estos muestreos también sirven para determinar el grado de salud del pez, a través de observaciones de la textura, la coloración y los órganos internos (sacrificando algunos ejemplares).

Se tiene que realizar en cada estanque y llevar registros separados, ya que no todos se comportan de la misma forma.

### **Cultivo de tilapia**

La tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) fue introducida en Ecuador desde Colombia, el 19 de octubre de 1965, en la zona de Santo Domingo de los Colorados, cuyo clima es subtropical.

Piscicultores particulares introdujeron desde Brasil, en 1974, la tilapia roja (*Oreochromis sp*).

Los juveniles y los peces jóvenes son omnívoros, y se alimentan principalmente de zoopláncton, aunque también ingieren desechos y materia en suspensión coloidal y fitoplancton.



Es importante enseñar a los piscicultores cómo identificar los sexos de las tilapias.



Foto de los orificios genitales  
del macho.



Foto de los orificios genitales  
de la hembra.

### Importancia del cultivo monosexual de la tilapia

La maduración sexual precoz bajo condiciones de cultivo en tilapia está comprobada.

Con reproducción libre en estanque, el cultivo se llena de alevines y se produce un efecto de enanismo.

Los peces pequeños tienen menor valor en los mercados locales.



*Piaractus brachypomus*



*Colossoma macropomum*

### Cultivo de cachama

La cachama, pez nativo del Amazonas, es una especie ampliamente distribuida en América del Sur, desde el Orinoco hasta el río de la Plata. En Colombia, habita en las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas.

La cachama es ampliamente conocida en los países afluentes de la cuenca amazónica, principalmente Colombia, Brasil, Venezuela, así como en el Perú y Ecuador, y ha sido introducido a otros países como Panamá, Guatemala, Costa Rica, Honduras y e incluso algunos países asiáticos.

Normalmente, una hembra de cachama desova 100 000 óvulos por kg de peso corporal; no presenta dimorfismo sexual y solamente se reconoce su sexo cuando alcanza la madurez sexual, a los tres años de edad.

Se estima que, en el medio silvestre o natural, la sobrevivencia desde la ovulación hasta la etapa de alevines es de 0,01% a 0,05%, lo que implica que, de un desove de 1 000 000 de óvulos, sobreviven entre 100 y 500 alevines que llegarán a cachamas adultas.

La cachama es omnívora por naturaleza, tendiente a ser frugívora; consume frutas que caen al agua, como guayabas, mangos, ciruelas, guabas, etc.

### Cultivo de paiche



Es una especie endémica del río Amazonas y algunos de sus afluentes en el Perú, Ecuador, Brasil, Colombia, Bolivia y Guyana.

El paiche es un pez carnívoro que se alimenta al amanecer o al atardecer de peces de menor tamaño, que constituyen el 80% de su dieta.

### Aparato reproductor

- Tanto machos como hembras presentan una sola góndola desarrollada, que se encuentra en su lado izquierdo.
- Es una especie heterosexual, sin dimorfismo sexual externo y con fertilización externa.
- Su desove es de tipo fraccionado (diferentes desoves / año).

### Cultivo de rana toro



Son seres que pueden llevar una doble vida, ya que en su primer periodo viven en el agua y son capaces de respirar por medio de branquias; posteriormente, se producen cambios en su organismo y se forman los pulmones, con lo que pueden respirar directamente del aire y salir a tierra, donde viven su etapa adulta, aunque siguen dependiendo del agua para reproducirse y humedecerse.

La rana toro es originaria de América septentrional y es la que alcanza mayor tamaño en su especie, pues llega a medir hasta 40 cm de longitud, desde el hocico hasta las extremidades posteriores. La coloración en el dorso puede variar desde el aceitunado hasta el amarillo rojizo, mientras que en la parte ventral predomina el blanco con pequeñas manchas amarillas.

Su indiscutida calidad de carne ha hecho posible su excelente ubicación en el mercado, además de su perfecta adaptación en cautiverio para preparar alimentos elaborados. El ciclo de vida de esta rana dura de 15 a 20 años.

La crianza de ranas en el Ecuador comenzó en 1974, en la zona oriente, en el sitio conocido como Piuntza, en la provincia de Zamora Chinchipe.

Las ranas, al igual que los peces o crustáceos, son poiquilotérmicos, es decir, animales cuya temperatura corporal está directamente relacionada con la temperatura de su medio ambiente; es por ello que todas las etapas de su vida se relacionan con el factor temperatura, con un promedio de 24 °C para su óptimo desarrollo. Con menores temperaturas, el desarrollo es más lento.

La rana es una especie con un sistema nervioso muy delicado, por lo que resulta adecuado que las viviendas se ubiquen un tanto distantes del ranario, para evitar el estrés de los animales.

La reproducción de la rana se produce mediante huevos, es decir, es ovípara:

MACHOS	HEMBRAS
Membrana timpánica mayor al diámetro ocular	Membrana timpánica menor al diámetro ocular.
Cuello color amarillo	Cuello color blanco
Emite mugidos para atraer a la hembra.	No emite ningún sonido.
Pulgar encallecido en época reproductiva	Abdomen hinchado en época reproductiva



Este lugar debe tener componentes básicos para la crianza, como comederos, abrigos y piscina, construidos linealmente, para garantizar disponibilidad de alimento y agua.

Para mejorar la temperatura, se puede colocar una cubierta plástica.



# ACUICULTURA RURAL COMO ALTERNATIVA ECONÓMICA Y HERRAMIENTA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA: RECEPTIVIDAD DE LAS COMUNIDADES NATIVAS AMAZÓNICAS

Ing. Alfredo R. Palomino Ramos

Escuela de Ingeniería Acuícola, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas  
de la Universidad Científica del Sur. Lima, Perú  
Correspondencia: apalomino@cientifica.edu.pe

La acuicultura cumple un rol fundamental en el desarrollo rural, pues contribuye a la seguridad alimentaria, el alivio de la pobreza y la generación de ingresos adicionales. En la actualidad, la humanidad sigue en constante aumento, por lo que la demanda de alimento crecerá, a lo que se suman los cambios alimenticios por las exigencias del consumidor. Frente a esta situación, la acuicultura y la avicultura serán las únicas actividades capaces de suplir las necesidades nutricionales, y estas provendrán principalmente de los ambientes rurales. De ellas, las comunidades nativas amazónicas serán de suma importancia para el suministro de alimento y la conservación del ambiente y la biodiversidad. Sin embargo, estas son vulnerables a las actividades antropogénicas y a los efectos del cambio climático.

Entre las actividades antropogénicas que causan daño a las comunidades nativas amazónicas, podemos mencionar la minería, la tala de madera, la construcción de carreteras, la ampliación de fronteras vivas (agricultura y ganadería), así como la pesca indiscriminada, los cuales han mermado la biodiversidad íctica de esos ecosistemas y disminuido la oferta de proteína para el poblador rural.

Los efectos del cambio climático harán que la Amazonía tenga un incremento en la temperatura ambiental de 2 °C, que aumentará la temperatura del agua, alterará las precipitaciones y la oferta hídrica. Esta última variación afectará el metabolismo y crecimiento de los peces, y esto, a su vez, la producción acuícola. El incremento de la temperatura del agua, en un corto plazo, puede ser beneficioso para las especies, porque aumenta su metabolismo y, por consiguiente, su crecimiento, siempre y cuando estas temperaturas se encuentren dentro de la franja de confort de la especie. Sin embargo, este incremento puede afectar la calidad del agua, al disminuir la solubilidad del oxígeno y provocar procesos de eutrofización. La disminución de las precipitaciones llevará a la disminución del caudal de agua, lo que provocará estrés en los peces cultivados, mermará su crecimiento y disminuirá la producción. El exceso de precipitación repercutirá en el deterioro y la destrucción de las infraestructuras de cultivo, y por lo tanto en la pérdida de producción.

Entre las estrategias o ajustes que permitirían reducir la vulnerabilidad de las comunidades nativas principalmente frente al cambio climático (variable no controlada), y de esta forma contribuirían al desarrollo rural a través de la acuicultura, podemos mencionar las siguientes: la planificación productiva, considerando época de lluvia y estiaje, realizando siembras tempranas y

cosechas parciales, a fin de ir disminuyendo la biomasa en los estanques durante la disminución de oferta hídrica; el cultivo de especies que se encuentran en los eslabones primarios de la cadena productiva, como los detritívoros (boquichico) y los plantófagos (gamitana y paco); el fomento de las chacras integrales para uso de los desperdicios agrícolas y de la crianza de animales menores; la infraestructura adecuada, construida en zonas adecuadas y según los acuerdos de ordenamiento territorial y de conservación en las comunidades nativas.

Los beneficios de la implementación de estas estrategias los podemos clasificar de la siguiente manera:

#### Global

- Cultivo de especies nativas propensas a resistir variaciones climáticas.
- Conservación de bosques en cabeceras, lo que garantiza fuentes de agua y sumideros de carbono.
- Acuerdos de conservación entre autoridades y comunidades, esto considerando el fortalecimiento de capacidades de todos los actores.

#### Biodiversidad

- Uso razonable de fuentes de agua (caudal ecológico).
- Bosques protegidos (cabeceras y cuenca).
- Conservación de la biodiversidad acuática (reducción de la presión de pesca): cultivo de peces.
- Acuerdos de conservación (autoridades y comunidades) / Fortalecimiento de capacidades.
- Uso de áreas deforestadas.

#### Económico

- Ingreso adicional por venta de la cosecha / Generación de valor agregado.
- Inserción en el mercado.
- Rentabilidad.
- Generación de oportunidades.
- Mejora de la calidad de vida.

#### Alimentario

- Mayor consumo de pescado.
- Mejora de la dieta alimenticia.
- Seguridad alimentaria.

## Social

- Conformación y posicionamiento del Comité de Piscicultura.
- Ordenamiento territorial para desarrollo de la actividad y diversificación productiva de las chacras familiares.
- Empoderamiento de la mujer o la familia en las actividades productivas.

## **Reconocimiento / autoestima de la comunidad frente a la sociedad**

Estas acciones, para tener validez, deben contar con la participación de todos los integrantes de las comunidades nativas, identificando y planificando las acciones desde “abajo hacia arriba”, considerando además el conocimiento ancestral y sumado al conocimiento tecnológico-científico, puedan establecer tecnologías validadas de bajo costo, para de esta forma impulsar la acuicultura rural en estos ámbitos.

Es necesario realizar actividades que permitan consolidar la acuicultura rural en el país, tales como:

- Documentar los sistemas de acuicultura rural en comunidades nativas y ejemplos de cultivo probados.
- Desarrollar indicadores de monitoreo para manejo de los recursos acuáticos e impactos de la acuicultura en la seguridad alimentaria y alivio de la pobreza.
- Aumentar la atención en las políticas acerca del papel de la acuicultura rural.
- Continuar con la promoción del consumo de productos de la acuicultura.



# EL POTENCIAL DE LA TILAPIA EN EL PERÚ

Blgo. Paul M. Baltazar Guerrero,  
Escuela de Biología Marina, Facultad de Ciencias Veterinarias y  
Biológicas de la Universidad Científica del Sur. Lima, Perú

Ing. David Mendoza R.  
Experto en gestión y desarrollo de la acuicultura y la pesca. Lima, Perú

Correspondencia: pbaltazar@cientifica.edu.pe  
netarquitecto@hotmail.com

## RESUMEN

El documento elaborado presenta un análisis sobre el actual desarrollo del cultivo de la tilapia en el Perú y sus potencialidades de crecimiento y expansión, dado que el cultivo autorizado por el Gobierno peruano se limita a la costa norte y al departamento de San Martín (zona amazónica). En la actualidad, existen otras regiones amazónicas con mucho potencial en las que el cultivo de esta especie viene realizándose de manera informal y por ello su volumen de producción, al no ser captado, es invisible para las estadísticas oficiales. En consecuencia, las cifras oficiales tanto de producción como de comercialización interna se encontrarían subestimadas, lo que limita la generación de políticas públicas que favorezcan su ordenamiento, promoción y desarrollo.

**Palabras claves:** tilapia, cultivo, alevines, producción, mercado

## ABSTRACT

The document presents an analysis of the current development of tilapia cultivation in Peru and its potential for growth and expansion in the country, since the cultivation authorized by the Peruvian Government is limited to the north coast and the department of San Martín (Amazon region). On the other hand, there are other Amazonian regions with a great potential for tilapia cultivation, but their cultivation is not authorized. However, the cultivation of this species has been carried out in an informal way and its volume Of production, when not captured, is invisible to official statistics, so that official figures of both production and internal marketing would be underestimated, limiting the generation of public policies that favor their ordering, promotion and development.

**Keywords:** tilapia, culture, fry, production, market

## INTRODUCCIÓN

La actual producción de alimentos hidrobiológicos ya no procede exclusivamente de la captura en ambientes naturales, sino también del cultivo de alrededor de 580 especies, las cuales representan una tasa de crecimiento del 6%. La producción acuícola mundial alcanzó las 101,1 millones de toneladas en peso vivo y la de captura fue de 93,4 millones de toneladas. Los peces provenientes de la acuicultura son los que contribuyen con las tres cuartas partes del volumen de la producción total de la acuicultura (FAO, 2016). Los países asiáticos son los mayores productores en volumen de especies acuáticas, con China como el principal productor; en Latinoamérica destacan Chile y Brasil, que se ubican en el noveno y decimocuarto lugar a nivel mundial. Las principales especies de cultivo a nivel mundial son las carpas, los salmones y las tilapias.

La acuicultura en el Perú, como actividad productiva, se encuentra en pleno desarrollo, gracias a las ventajas comparativas del país, como el clima y el gran potencial hídrico que posee.

La actividad acuícola viene siendo liderada principalmente por el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), langostino (*Litopenaeus vannamei*), concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y tilapia (*Oreochromis niloticus*); sin embargo, existen diversas especies consideradas potenciales para ser cultivadas. Por ello, esta actividad se ha ido incrementando en los últimos años, especialmente en el caso de las especies continentales y en una menor proporción de especies marinas.

Según las estadísticas del Ministerio de la Producción (Produce), en la acuicultura de ámbito continental predomina la producción de especies introducidas, como la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), con 38 440 t producidas en 2015, y la tilapia, con 3250 t producidas el mismo año.

La introducción de la tilapia en el Perú data de la década del sesenta, pero no fue hasta el año 2001 que, en respuesta al crecimiento del mercado estadounidense y peruano, se le empieza a dar gran importancia a su cultivo. Por otro lado, las primeras experiencias de producción de alevines monosexo machos, a partir de la incubación artificial, se inició en 2000, en el Centro de Acuicultura Tambo de Mora del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, tecnología que fue posteriormente transferida al sector empresarial.

El cultivo de tilapia en nuestro país se desarrolla principalmente en la zona norte (Piura) y la selva alta (San Martín, principalmente en las provincias de Tarapoto, Moyobamba y Rioja). Cabe indicar que la especie *O. niloticus* se encuentra distribuida a lo largo de la costa peruana, desde Tumbes a Tacna, así como en varias regiones amazónicas en donde predominan la acuicultura de recursos limitados (AREL) y de micro y pequeña empresa (AMYPE). La producción de tilapia real está subestimada por las estadísticas oficiales y ello debido a que existe una alta informalidad y, por ende, información que no es recibida por los sistemas de información estadística nacional que administra el Ministerio de la Producción y que recogen los Gobiernos regionales.

Por ello, este trabajo tiene como objetivo presentar un análisis del estado actual del cultivo de la tilapia, sus perspectivas y potencialidades en el Perú.

### Producción mundial de tilapia

La producción de la pesca y la acuicultura mundial se ha incrementado considerablemente, de 99,9 millones de toneladas en 1990 a 167,2 millones de toneladas en 2014, con un aporte de la acuicultura del 44,1% y una tasa de crecimiento del 5,8% en el periodo 2005-2014.

De acuerdo con la FAO (2016), la acuicultura mundial representó 73,8 millones de t, de las cuales 47,1 millones (64%) son de origen continental y 26,7 millones (37%) tienen origen marino. Asimismo, estima que en el mundo se cultivan alrededor de 580 especies, entre ellas peces de

escama (362 especies, incluyendo híbridos), moluscos (104), crustáceos (62), anfibios y reptiles (6), invertebrados acuáticos (9) y algas marinas y de agua dulce (37).

La misma institución señala que las mayores producciones acuícolas (88,9%) están en Asia, donde destaca China, con un 62% de la producción mundial. A este continente le siguen América (4,5%), en donde destacan Brasil y Chile; Europa (4,0%), África (2,3%) y Oceanía (0,3%) (tabla 1).

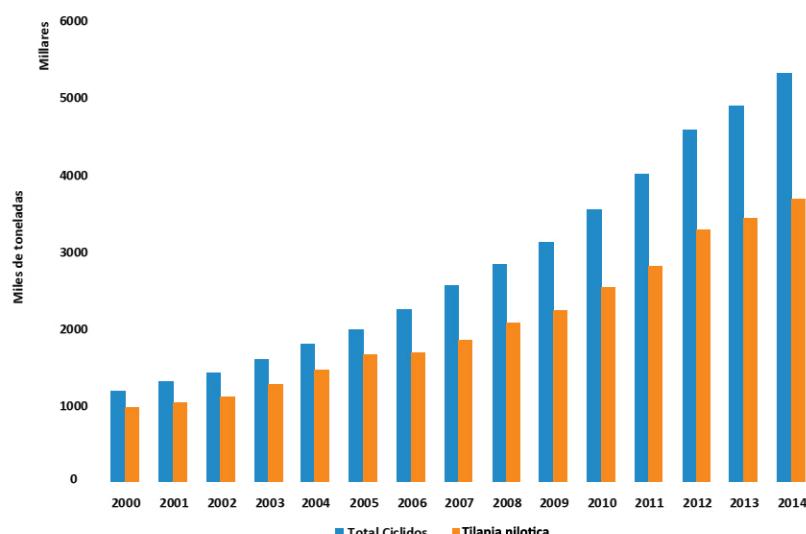
**Tabla 1. Producción acuícola por continentes (en toneladas)**

CONTINENTE	AÑO						
	1990	1995	2000	2005	2010	2014	%
Asia	10 801 531	21 677 062	28 420 611	39 185 417	52 436 025	65 648 289	88,9%
América	548 476	919 571	1 423 433	2 176 740	2 581 089	3 351 613	4,5%
Europa	1 601 649	1 581 359	2 052 567	2 137 340	2 548 094	2 930 128	4,0%
África	81 015	110 292	399 688	646 182	1 286 591	1 710 910	2,3%
Oceanía	42 005	94 238	121 482	151 466	185 617	191 197	0,3%
Acuicultura	13 074 676	24 382 522	32 417 781	44 297 145	59 037 416	73 832 137	100%

Elaboración propia, a partir de información histórica de la FAO (2016).

La tilapia es una especie de aguas tropicales, nativa de África y Medio Oriente, y la diseminación de su cultivo en el mundo se debe principalmente a su fácil adaptación al cautiverio, tolerancia a altas densidades, resistencia a enfermedades, aceptación de diversas variedades de alimento, carne blanca y posibilidad de ofrecer filetes de calidad, lo que le ha dado una importante presencia comercial y la ha convertido en una de las especies acuícolas de mayor cultivo a nivel mundial.

La tilapia se cultiva en más de 100 países y en alrededor del 98% de los casos fue introducida en los mismos. La especie de tilapia más común en el mundo es la *Oreochromis niloticus*, que representa aproximadamente el 75% de la producción de cíclidos cultivados (fig. 1).



**Figura 1. Producción mundial de cíclidos y tilapia (en toneladas)**

Elaboración propia, a partir de información histórica de la FAO (2016).

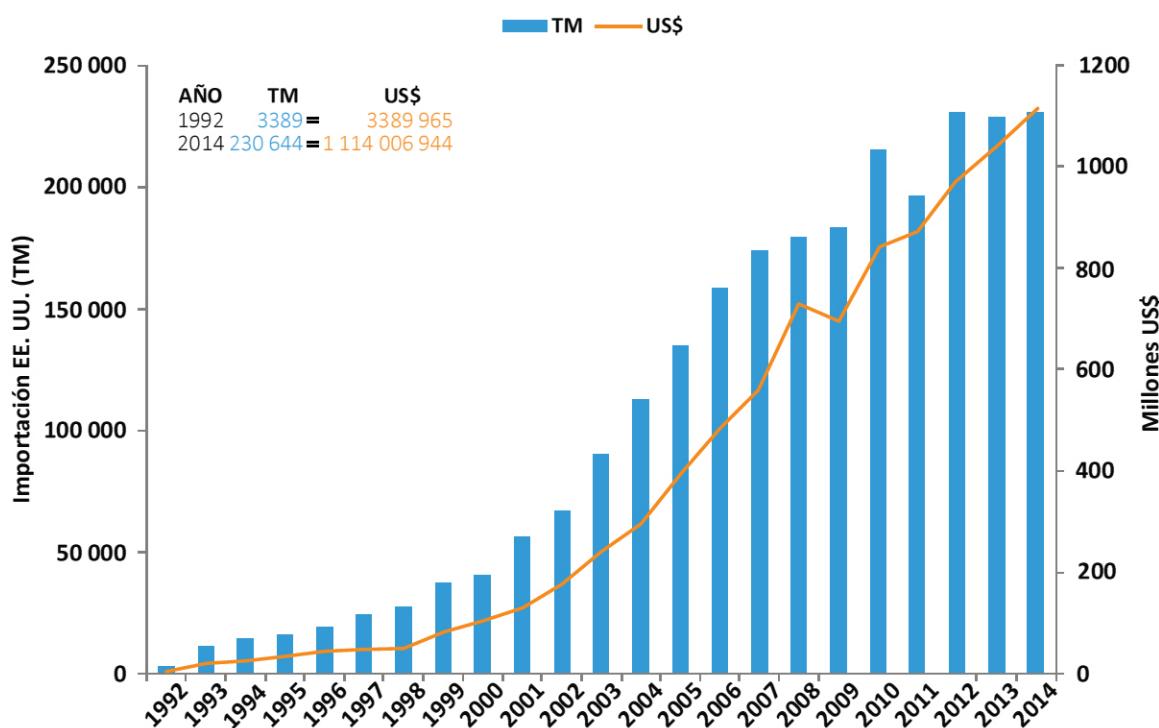
La producción mundial (pesca y acuicultura) de tilapia fue de 6,5 millones de t (peso vivo), de las cuales 5,9 millones de toneladas tuvieron origen acuícola. Asia aportó 3,9 millones de toneladas en el 2014 (FAO, 2016).

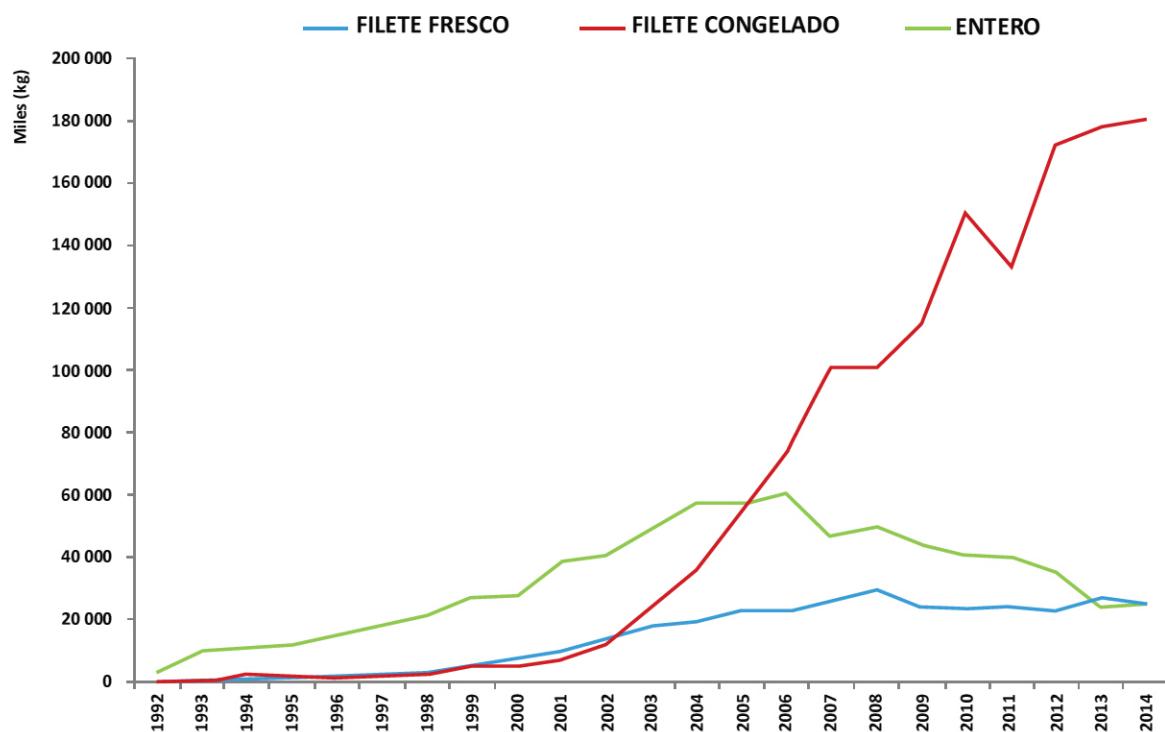
Es importante señalar que las proyecciones prevén que la producción mundial de tilapia casi se duplique, desde 4,3 millones de t a 7,3 millones anuales entre 2010 y 2030 (World Bank, 2013).

En 2015, las exportaciones chinas llegaron a 391 200 toneladas. Los productos exportados fueron la tilapia entera congelada, que tiene como principales destinos EE. UU. (22 600 t), Costa de Marfil (20 800 t), Zambia (12 400 t) y otros (76 800 t); y los filetes de tilapia congelada, cuyos principales destinos fueron EE. UU. (84 000 t), México (24 000 t), Israel (10 900 t) y otros (34 300 t) (FAO Globefish, 2016).

El mayor mercado de consumo de tilapia, después de China, es EE. UU. (Zimmermann, 2014), que en 2015 importó 224 000 toneladas. Las importaciones crecieron para la categoría de productos congelados enteros (fig. 2), con China a la cabeza de la oferta y un crecimiento interanual en las compras de este producto. En la categoría de filetes frescos, aumentó la oferta desde Colombia y Ecuador. Los precios en general bajaron y el precio promedio de importación de filetes frescos se debilitó un 2,9%, a USD 7,45 por kg. Honduras se mantuvo como el principal proveedor, pese a la disminución de los embarques al mercado estadounidense. Toda la categoría de tilapia congelada registró un crecimiento marginal, ya que China proveyó más al mercado estadounidense, al debilitarse el valor de importación. El precio promedio mayorista de tilapia entera congelada cayó significativamente, de USD 2,49 por kg en 2014 a USD 2,11 por kg el año siguiente, debido a la devaluación del yuan (FAO Globefish, 2016).

La tilapia es el cuarto recurso hidrobiológico más popular en EE. UU., después de los camarones, el salmón y el atún; asimismo, es el pescado blanco más popular comprado en los supermercados, solo por detrás de salmón.





**Figura 2. Importaciones de tilapia por año y tipo de presentación en EE. UU.**

Elaboración propia, a partir de las estadísticas del National Marine Fisheries Service, Fisheries Statistics and Economics Division, EE. UU.

### La tilapia en América Latina y el Caribe

La acuicultura en América Latina y el Caribe alcanzó en 2014 las 2,8 millones de toneladas (FAO, 2016), y destacaron los grupos de salmonidos (1,1 millones de t), camarones peneidos (650 000 t), tilapias y otros cíclidos (406 000 t), mejillones (260 000 t), pectínidos (59 000 t), carpas y otros ciprínidos (47 000 t) y diversas especies (400 000 t). Es importante señalar que el grupo de tilapias y otros cíclidos es el tercero más producido en la región.

Según información de la FAO, los cultivos de tilapia y especies afines alcanzaron las 406 000 t, y los principales países productores fueron Brasil (48,8%), Colombia (14,3%), México (13,4%), Honduras (7,32%), Ecuador (5,8%), Costa Rica (4,1%), Guatemala (2,3%) y Perú (1,1%), quienes concentran el 97,5% de la producción en la región (tabla 2).

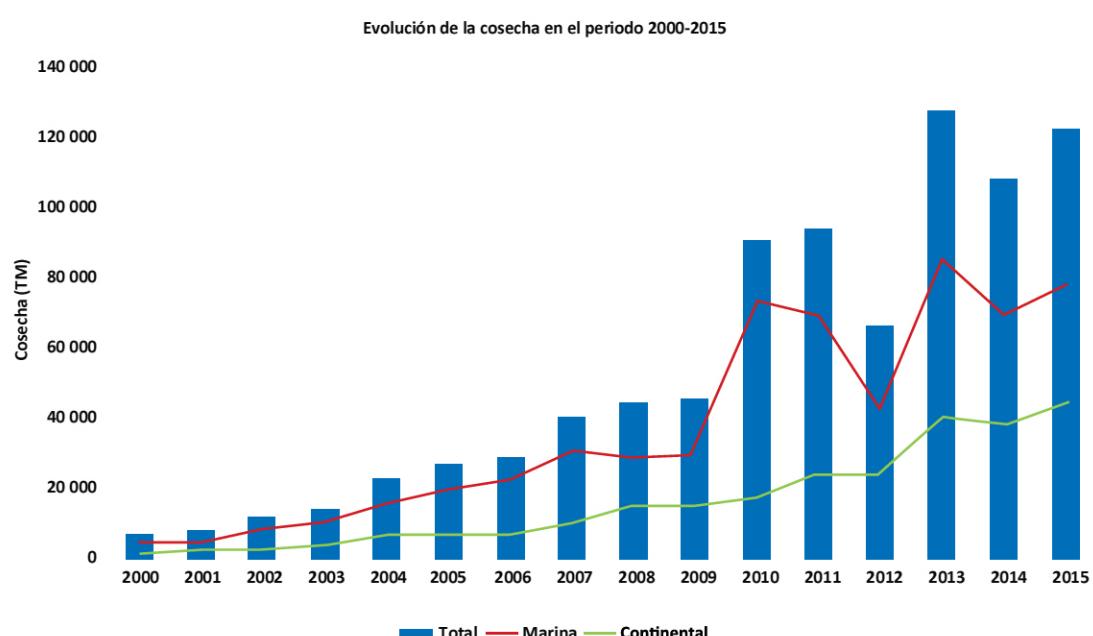
**Tabla 2. Principales países productores de tilapia en ALC (t)**

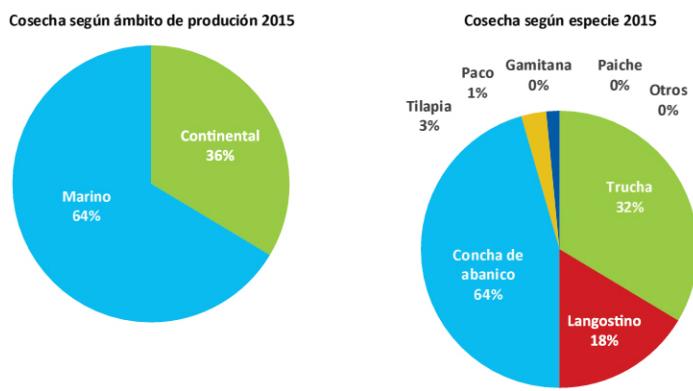
PAÍS	AÑO		
	2012	2013	2014
Brasil	182 297	169 306	198 664
Colombia	52 688	57 000	58 500
México	23 749	29 269	54 536
Honduras	20 500	22 600	29 750
Ecuador	39 820	23 922	23 902
Costa Rica	23 355	26 401	16 736
Guatemala	5455	5974	9546
Perú	3174	3840	4610

Elaboración de los autores, en base a información histórica de FAO, 2016

## PRODUCCIÓN ACUÍCOLA EN EL PERÚ

La producción acuícola peruana se ha incrementado de 6664 t en 2000 a 120 570 t en 2015, con una máxima producción en 2013, cuando alcanzó las 125 693 toneladas La producción peruana en 2015 se caracterizó por ser principalmente continental, con 42 992 t (51%), seguida por la marina, con 42 071 t (49%). Los mayores volúmenes de producción corresponden principalmente a cuatro especies: trucha (45%), langostino (26%), concha de abanico (24%) y tilapia (4%) (fig. 3). El crecimiento de la acuicultura peruana fue del 20% en el periodo 2000-2009 y el 11,6% en el periodo 2006-2015.





**Figura 3. Producción acuícola por ámbito y por años**

Elaboración propia, a partir de información histórica de la RNIA (2016).

### El cultivo de tilapia en el Perú

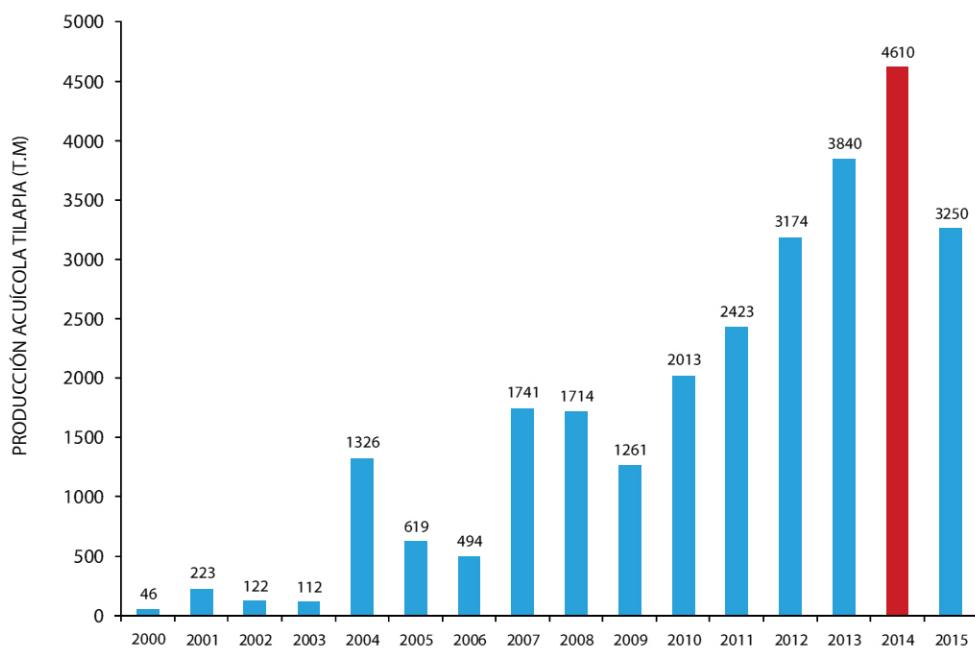
En el Perú, en la década del 60 del siglo pasado, la Dirección General de Caza y Pesca de lo que fue el Ministerio de Fomento y Agricultura realizó las primeras introducciones con la especie *Tilapia rendalli*, utilizada como forraje para el paiche (*Arapaima gigas*). En la década de los 70, el Instituto del Mar del Perú (Imarpe) y la Universidad Nacional Agraria La Molina introdujeron las especies *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis hornorum* y *Oreochromis mossambica* (Ramos y Gálvez, 2000), con fines de investigación y cultivo en las zonas tropicales y templadas de la Amazonía y la costa peruanas. Posteriormente, a mediados de los 80, fueron introducidas otras especies como la *Oreochromis aureus*.

Las primeras experiencias de su cultivo en *hatchery* (obtención-incubación de embriones) se inician en 2000, realizadas por el entonces Centro de Acuicultura Tambo de Mora, del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, y se consolidan en 2005, con la puesta en marcha del primer *hatchery* de tilapia en Perú.

El cultivo se ha extendido en la selva alta y en la costa norte debido al aprovechamiento de represas y, más recientemente, el cultivos en jaulas. En estas zonas existen diversas oportunidades, a lo que se suma la tecnología de cultivo disponible; esto refleja buenas perspectivas para la producción de esta especie, aunque la organización empresarial y el acceso a los mercados deben ser mejorados.

Las tilapias se han adaptado a las condiciones tropicales peruanas, y predomina el cultivo de tilapia nilótica en los departamentos de Piura, San Martín y Lima. Las cosechas aún son muy modestas, a pesar del potencial que tiene el país; sin embargo, se registra un rápido incremento, pues de apenas 46 toneladas en 2000 se pasó a 3250 t en 2015. Es importante indicar que la mayor cosecha registrada fue de 4610 t, en 2014 (fig. 4); aunque estos cultivos han tenido una tasa de crecimiento del 7,18% anual en el periodo 2007-2015.

Se debe señalar que la baja producción de tilapia en 2015, de acuerdo con lo informado por la productores acuícolas del Espacio de Concertación Regional para la Acuicultura de San Martín (espacio creado por el Ministerio de la Producción en el marco del Plan Nacional de Diversificación Productiva, que concentra a productores y representantes del sector público), se debió a la falta de oferta de semilla con condiciones aptas para el cultivo, aspecto que debe ser revertido el más corto plazo.



**Figura 4. Evolución de las cosechas de tilapia 2000-2015**

Elaboración propia, a partir de información histórica de la RNIA (2016).

El cultivo de tilapia se desarrolla como monocultivo o como policultivo gracias a la versatilidad de la especie. Estos cultivos se dan en sistemas de estanques de tierra o de concreto, y muy pocas veces en jaulas, y se les suministra alimento de muy elevada calidad. En cuanto al cultivo, deben mejorarse las técnicas de producción y las semillas.

La mejor forma de producir alevines, y la más practicada en Perú, es el uso de estanques de reproducción y de hapas. Los estanques suelen ser pequeños (0,01-0,5 ha) y son gestionados por medio de fertilización, control de parámetros fisicoquímicos del agua, uso de alimentos extruidos y proporción sexual de tres hembras por cada macho. Los alevines son recolectados de los estanques con redes de forma periódica (diariamente, semanalmente o quincenalmente).

Por otro lado, existen algunos *hatcheries* para reproducción, incubación y alevinaje de tilapia que son empleados solo por las empresas de mayor nivel de inversión, las cuales cuentan con sistemas de recirculación, jarras incubadoras, filtros y sistemas de desinfección a través de lámparas de luz ultravioleta.

Es importante señalar que las principales empresas ubicadas en Lima y Piura cuentan con semilla de tilapia azul y de tilapia nilótica del tipo chitalada, en general de buena calidad genética, que es empleada en sus propias granjas. Sin embargo, los pequeños productores ubicados en Cajamarca y San Martín producen y emplean semilla de tilapia nilótica de muy baja calidad, con altos grados de degeneración y bajo rendimiento. En ese sentido, se presenta como una necesidad y una oportunidad de desarrollo el llevar a cabo esfuerzos para una adecuada producción de semilla de calidad y alta performance, que responda a las necesidades de los productores y se adapte a cada condición geográfica y empresarial.

En el Perú, los tipos de producción de tilapia más utilizados son los siguientes:

- Extensiva, que se realiza de manera mixta (hembras/machos) y con una densidad baja de cultivo en estanques, manejados generalmente por familias de pobladores locales, que destinan su producción al autoconsumo o al comercio en el mercado local.
- Semiintensiva, que emplea alevinos revertidos, alimentados con comida balanceada y cuya agua es fertilizada para tener una alimentación suplementaria. La fertilización se realiza usando productos orgánicos o inorgánicos, para mejorar la productividad del medio.
- Intensiva, en la que se emplean alevinos sexualmente revertidos. Se manejan densidades de siembra más altas y se usa alimento balanceado de alta calidad, por lo que la productividad natural del medio juega un papel más bien secundario, contribuyendo en algunas ocasiones a mejorar la conversión alimenticia.

Cabe resaltar, en cuanto a infraestructura y equipos, el uso común de estanques y, en menor grado, de las jaulas flotantes y tanques tapizados con geomembrana, así como, recientemente, de estanques con sistemas de recirculación y aireadores de paleta.

Igualmente, hay algunas experiencias en el desarrollo de cultivos acuapónicos con base en la producción de tilapia que puede mejorar la rentabilidad de los cultivos, como los realizados en el Centro de Investigación Acuícola de la Universidad Científica del Sur (Baltazar et. al. 2015).

Es importante señalar que los productores del departamento de San Martín son pequeños y su nivel de tecnificación en el cultivo de tilapia es bajo y, en muchos casos, a nivel de subsistencia; sin embargo, en el departamento de Piura y Lima también se desarrolla el cultivo de tilapia con un nivel de tecnificación elevado y una buena calidad de semilla. Este tipo de tecnología (para la producción de semilla y el engorde) no se ha extendido aún. Asimismo, la gestión de los organismos del Gobierno piensa extender el desarrollo tecnológico a los pequeños y medianos productores, pues entiende el potencial de desarrollo que tiene la acuicultura en general.

De otro lado, se debe indicar que la legislación peruana condicionó la expansión del cultivo de tilapia, que puede realizarse solo en la costa peruana y en aquellos departamentos que cuentan con un plan de manejo aprobado por el Ministerio de la Producción y las regiones. En este contexto, actualmente el cultivo en la zona amazónica solo se encuentra autorizado para el departamento de San Martín.

El Ministerio de la Producción ha registrado en 2015 un total de 389 establecimientos acuícolas formales, de los cuales el 58% es de subsistencia, el 39% es de menor escala, el 1% es de mayor escala, el 0,8% se orienta a la producción de semilla y el 0,5% es de menor escala/producción de semilla. Sobre esta base, se ha estimado que los cultivos de tilapia han generado 2169 empleos directos y 5145 empleos indirectos, lo que suma un total de 7314 empleos creados (tabla 4). Si se considera que cada puesto de trabajo puede tener en promedio 3 dependientes, se estima que la acuicultura formal de tilapia sería un medio de subsistencia para cerca de 30 000 personas.

**Tabla 3. Estimación de empleos generados por los cultivos de tilapia (2015) en el Perú**

NIVEL DE DESARROLLO	N.º DE DERECHOS OTORGADOS (A)	N.º DE PERS. EMPLEADAS (PROMEDIO) (B)	EMPLEO DIRECTO (AXB)	N.º DE EMPLEOS INDIRECTOS (C)	EMPLEOS INDIRECTOS (AXC)	TOTAL
Mayor escala	4	40	160	120	480	640
Producción de semilla	3	5	15	15	45	60
Menor escala/prod. de semilla	2	5	10	15	30	40
Menor escala	153	10	1530	30	4590	6120
Subsistencia	227	2	454	-	-	454
Total	389		2169		5145	7314

Elaboración propia, a partir de los criterios de Mendoza (2011).

Es importante señalar que, de acuerdo con el diagnóstico del Plan Regional de Acuicultura de San Martín 2014–2023, se estima que solo en dicho departamento existirían poco más de 740 establecimientos acuícolas informales, los cuales duplicarían en número de establecimientos formales a nivel nacional (Mendoza, 2013).

Por otro lado, es importante señalar que el 90% de toda la producción acuícola de tilapia a nivel nacional, parcialmente registrada, tiene como destino el mercado interno y el 10% se dirige al mercado de exportación, principalmente como filetes frescos, enviados a EE. UU. (99%) y mercados como Ecuador, Francia, Taiwán y Chile (1%). Estas exportaciones sumaron en 2015 un valor de 2,6 millones de dólares.

Por otro lado, las importaciones peruanas de tilapia se han duplicado entre 2012 (1217,97 t) y 2016 (2071,84 t), procedentes principalmente de China (filete congelado) y Ecuador (fresco entero) (tabla 4).

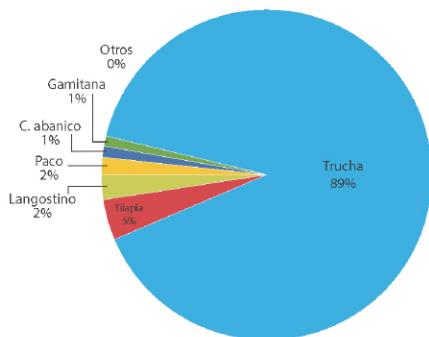
**Tabla 4. Importaciones de tilapia por países (expresadas FOB en miles de dólares americanos y peso neto en toneladas métricas)**

TIPO	VALOR FOB (US\$)					PESO NETO (TM)				
	PRODUCTO/ ORIGEN	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015
<b>CONGELADO</b>										
China	2938,04	5721,42	8404,43	5401,49	5675,63	849,24	1601,36	2086,32	1551,44	1844,99
Vietnam	69,31		161,45	399,29	190,75	21,92		42,02	118,00	61,00
Reino Unido					76,03					24,00
Ecuador	78,39	101,93	37,80	42,05	12,60	11,26	13,60	4,23	4,59	1,36
Estados Unidos		110,13					19,07			
Canadá		2,00					3,00			
<b>FRESCO</b>										
Ecuador	2259,82	1927,65	1508,66	1679,53	1047,18	308,33	243,14	178,50	190,59	118,49
China		105,80	469,17				20,00	80,70		
Colombia		12,89	101,38				1,40	12,18		
<b>CONGELADO FILETE/ENTERO</b>										
China	93,05		109,37	324,54	68,18	21,50		21,32	66,18	22,00
Ecuador	42,32		21,80			5,67		2,50		
Colombia		120,82	279,37				14,76	33,83		
Total general	5480,92	8102,63	11 093,43	7846,89	7070,37	1217,92	1916,32	2461,59	1930,79	2071,84

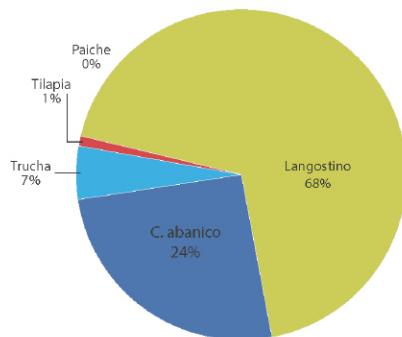
Elaboración propia, a partir de información de la Sunat, a setiembre de 2016.

La evolución del mercado interno de la tilapia producida en el país ha ido en aumento, ya que de apenas 46 t registradas en 2000, alcanzó las 2927 t en 2015, cifra inferior un 33% con relación a 2014 y que representó el 5% del total de las ventas internas de productos acuícolas, con un valor estimado en primera venta de 19,22 millones de soles para el mercado interno, equivalentes a US\$ 6,2 millones de dólares (fig. 5).

Venta interna de productos acuícolas (t), 2015



Exportación de productos acuícolas (t), 2015





**Figura 5. Comercialización de tilapia en el mercado interno y de exportación**

Elaboración propia, a partir de información histórica de la RNIA (2016).

Cabe indicar que todas las estadísticas se centran en la información que reportan oficialmente las empresas acuícolas, los pequeños productores y las direcciones regionales de los Gobiernos regionales, sin embargo, existen cultivos informales de tilapia en las zonas amazónicas de los departamentos de Cajamarca, Amazonas y Madre de Dios, además de Huánuco, Junín, Ayacucho, Pasco, Ucayali y Loreto, en donde en algunos casos también es empleada como forraje para el paiche. Este cultivo no autorizado se da también en algunas zonas costeras.

Todos los departamentos mencionados poseen las condiciones para desarrollar el cultivo de la tilapia, que podría fomentar el desarrollo local y territorial, además de contribuir a la seguridad alimentaria y reducir la pobreza. A pesar de que, actualmente, el cultivo de tilapia solo está autorizado en la costa y la región San Martín, ya existen iniciativas para gestionar su autorización en otras regiones de la Amazonía peruana, debido principalmente al pedido de los mismos productores acuícolas, conocedores de su gran potencial.

Las especies que se vienen cultivando en diversas partes del país son *Oreochromis niloticus* (toda la costa, San Martín, Jaén, Tingo María, Madre de Dios); *Oreochromis niloticus*, variedad chitralada (Piura, Tarapoto, Rioja, Moyobamba, Jaén, Tingo María) y roja (Jaén, Lima e Ica); *Oreochromis aureus* ND 41 (los híbridos de tilapia ND-41 son todos machos y la proporción de machos en cualquier ciclo de cría es ~98% sin tratamiento hormonal) (Piura y San Martín), y *Oreochromis urolepis hornorum* (San Martín y Cajamarca).

Es importante señalar que los alevines comercializados para el cultivo en los departamentos indicados, casi en su mayoría, son monosexo macho y proceden principalmente de empresas privadas y estatales. Existen más de 30 productores que realizan la reversión sexual a machos, de los cuales solo 4 se encuentran registrados formalmente. Entre las regiones en donde se realizan reversiones, en su gran mayoría sin las autorizaciones respectivas, tenemos a San Martín (más de 10 productores), Chincha, Tingo María y Jaén (entre uno y dos productores cada una). Las hormonas más empleadas en el proceso de reversión sexual de hembras a machos corresponden a la 17 alfa-metiltestosterona y la mesterolona. Estas se encuentran comúnmente en nuestro mercado y tienen diferentes procedencias, costos y nivel de pureza (tabla 5).

**Tabla 5. Principales hormonas empleadas para inversión sexual en tilapia en el Perú**

HORMINA	ORIGEN %	% PUREZA	EFICIENCIA DE REVERSIÓN	PRECIO (S/)
17 alfa-metiltestosterona	China	99,8	95-98%	1200,00
17 alfa-metiltestosterona	Brasil	90,8	85-90%	600,00
Melosterona	Alemania	99,8	98%	1800,00

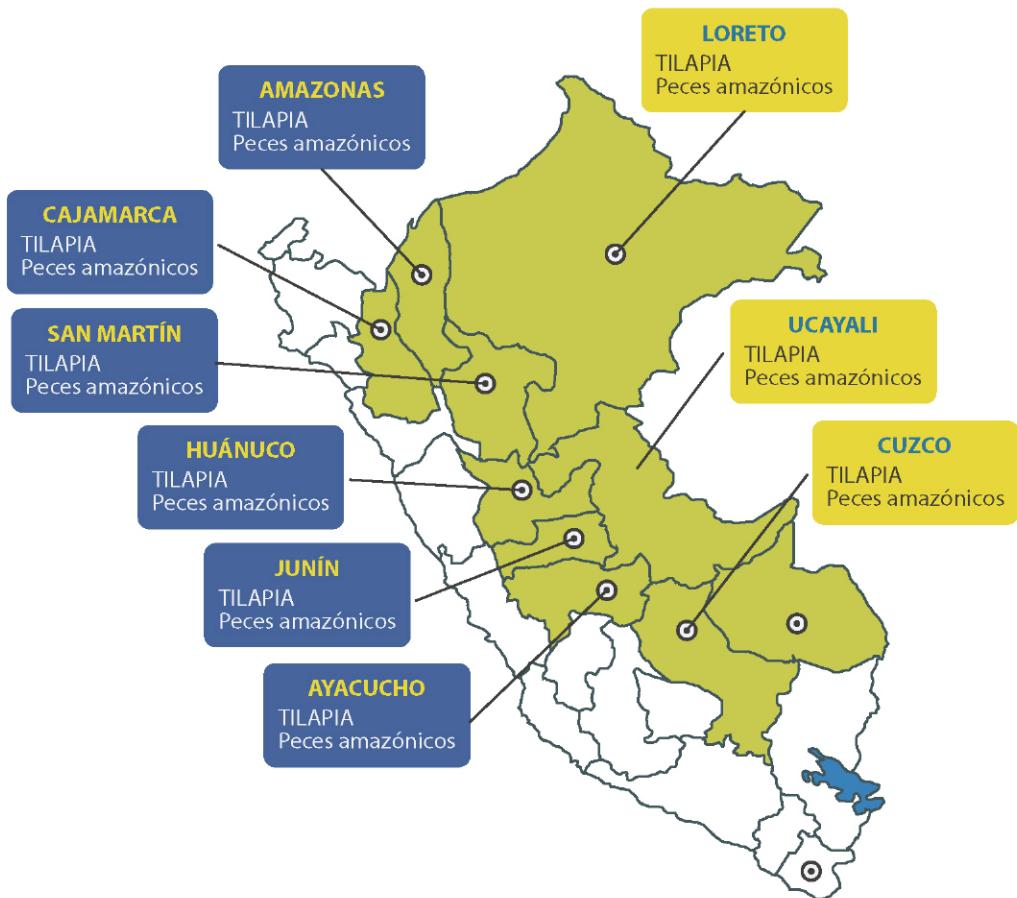
Fuente: Análisis de Paul Baltazar.

### Cultivos de tilapia en la Amazonía

El cultivo de tilapia en el Perú en las zonas de la Amazonía se encuentra autorizado hasta el momento en el departamento de San Martín, a través de un plan de manejo. Es importante señalar que el área se conoce popularmente como selva alta, ceja de selva, montaña o monte, y se caracteriza por bosques densos, lluviosos y nubosos de montaña, al oriente de los Andes peruanos. Se inicia entre los 500 y 600 msnm, que es donde termina la planicie amazónica y comienzan a elevarse las montañas. La selva alta alcanza una altitud muy variable, y puede llegar a más de 3000 m. s. n. m. en las zonas más húmedas o a una altitud mucho menor cuando limita con los valles secos interandinos.

El cultivo de tilapia en las diversas zonas de la Amazonía peruana, donde presenta una mixtura entre subsistencia y semiintensiva, se realiza en densidades de siembra que se mantienen entre 3 y 10 ejemplares/m<sup>2</sup>. Ambos sistemas de producción comercializan sus cosechas en mercados locales, principalmente para consumo directo y restaurantes. Cabe señalar que aquellos que tienen cultivos semiintensivos destinados principalmente a restaurantes, en algunos casos envían sus productos a otras localidades en estado vivo, refrigerado y eviscerado. Estas piscigranjas cuentan, en promedio, con espejos de agua de entre 3 y 10 hectáreas.

Existen cinco departamentos amazónicos (Amazonas, Loreto, San Martín, Ucayali y Madre de Dios) y cinco departamentos con parte de su territorio en la selva alta o ceja de selva (Ayacucho, Cajamarca, Huánuco, Junín y Cusco) en los que se cultiva solo tilapias y, en algunos casos, en policultivos con gamitana, paiche y paco (fig. 6). Sin embargo, se recalca que oficialmente solo el departamento de San Martín se encuentra autorizado.

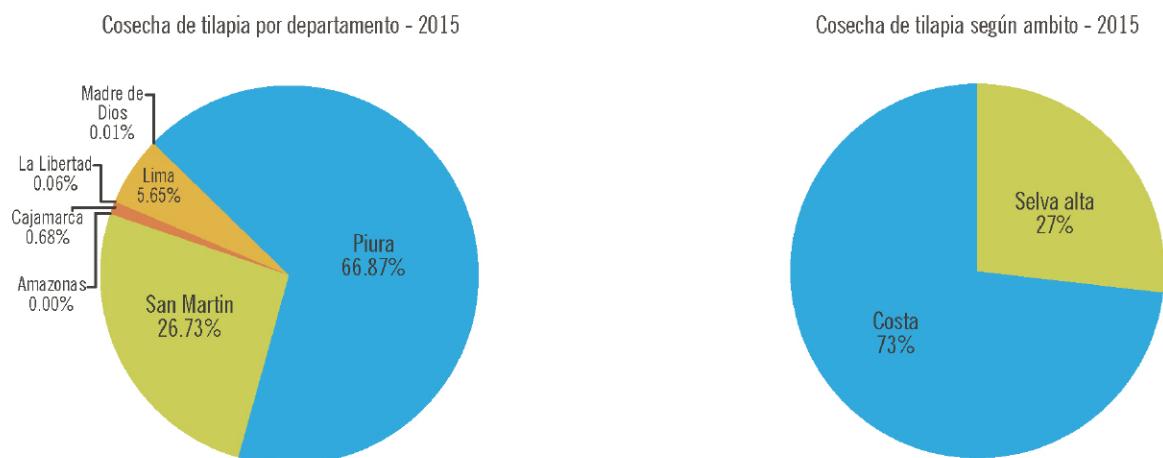


**Figura 6. Departamentos donde se cultiva la tilapia**

Elaboración propia.

De acuerdo con las cifras estadísticas oficiales, las mayores producciones se encuentran concentradas en tres regiones: Piura (66,8%), San Martín (26,7%) y Lima (5,6%), y las menores en Cajamarca, Amazonas, La Libertad y Madre de Dios (0,7%) (fig. 7).

Por otro lado, según el ámbito donde se cosechan, las producciones de la costa (73%) son mayores que las de la selva alta (27%) (fig. 7).



**Figura 7. Principales departamentos donde se cosecha tilapia**

Elaboración propia a partir de estadísticas de Produce-RNA.

La Amazonía peruana tiene muchas zonas apropiadas para el desarrollo de la acuicultura. El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana 15, en sus estudios de avances de zonificación ecológica y económica, señala que en el eje carretero Iquitos-Nauta, en Loreto, se estima una disponibilidad posible de 269 787 ha con aptitud piscícola. Asimismo, en el departamento de Madre de Dios se estima un área de total de 832 974 ha con uso recomendable para la piscicultura, actividades agropecuarias y forestales, las cuales pueden ser complementarias entre sí. De igual modo, considerando el tipo de terreno, la accesibilidad, la calidad del agua y la temperatura, los autores estiman una disponibilidad adicional de 30 000 hectáreas probables en los departamentos de Junín, Huánuco, Ucayali, Amazonas, Pasco, Ayacucho, Cajamarca, donde podría cultivarse la tilapia en sistemas diversos.

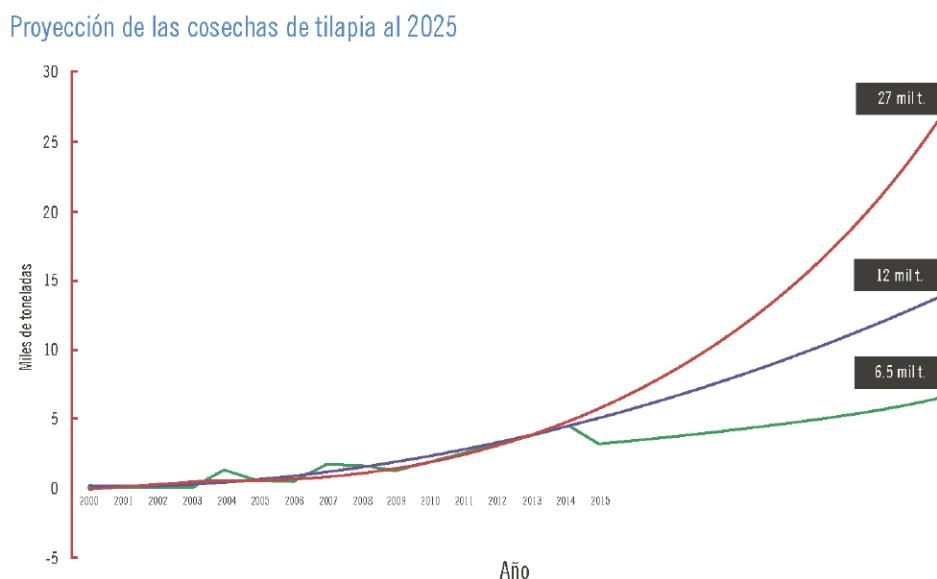
### Escenario futuro del cultivo de la tilapia en el Perú

El Perú cuenta con muy buenas condiciones para el crecimiento y expansión del cultivo de tilapia, espacialmente en ambientes amazónicos. Asimismo, en el mundo existen tecnologías disponibles para la intensificación de cultivos y para hacer un uso eficiente del agua a través de sistemas de recirculación y la complementación de sistemas acuapónicos.

De igual modo, los pequeños y medianos productores de San Martín tienen la intención de formalizarse, optimizar sus sistemas de producción, mejorar la calidad de su semilla e intensificar sus cultivos, lo que representa una oportunidad de corto y mediano plazo para incrementar las cosechas de tilapia.

Asimismo, la presencia del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera en las zonas de producción busca asegurar la sanidad e inocuidad de los cultivos, aspecto que brinda seguridad al mercado tanto nacional como internacional.

En ese sentido, sobre la base de lo indicado, considerando las actuales zonas de producción y teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de los cultivos de tilapia (7,1%) y la tasa de crecimiento de la acuicultura peruana (11,6%) (Mendoza, 2016), podemos proyectar al 2025 que las cosechas de tilapia alcanzarían, de manera conservadora, las 6500 t y, de manera moderada, las 12 000 t. Asimismo, considerando que un cambio normativo podría ampliar las zonas de cultivo de la Amazonía y que la adaptación de tecnologías favorece el desarrollo de los cultivos, se proyecta de manera optimista que los cultivos de tilapia podrían alcanzar las 27 000 toneladas en dicho año (fig. 9).



**Figura 8. Proyección de la cosecha de tilapia al 2025**

Elaboración propia.

Es importante indicar que el estudio “Evaluación del impacto de la introducción de especies exóticas en la cuenca del río Huallaga”, elaborado por el IIAP, concluye que los factores físicos y biológicos que dificultan la aclimatación e instalación de la tilapia en los ambientes naturales de dicha cuenca son la considerable velocidad de la corriente de los cursos de agua y su lecho predominantemente pedregoso y gravoso, diferentes a los hábitats de origen. Asimismo, la alta diversidad íctica encontrada favorece la plena ocupación de los nichos ecológicos (IIAP, 1998).

La presencia de predadores y el carácter oportunista, en cuanto a la alimentación de muchas especies, densifica la trama ecológica, lo que hace más difícil el ingreso de una especie foránea. Sin embargo, se observa que en ambientes lénicos donde se sembró intencionalmente la especie, esta logró instalarse, lo que no ocurre en ambientes lóticos, dado que las corrientes la arrastran y no le permiten formar nidos para su reproducción.

En ese marco, considerando que los ríos en la Amazonía son caudalosos y que existe una diversidad de especies predadoras que no permitirían la expansión de la tilapia en los ambientes naturales, es opinión de los autores que los cultivos de tilapia debidamente manejados en esta región son viables, siempre que se realicen solo en ambientes confinados (estanques de tierra y concreto, tanques de geomembrana o fibra de vidrio, en sistemas acuapónicos o sistemas RAS), con el empleo de semilla monosexo y tomando las medidas para prevenir escapes. Por ello, no deben emplearse sistemas de jaulas en ambientes naturales (lagunas o cochas), pues el riesgo de escape y establecimiento de la especie en un ambiente lénico es mayor.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Escuela de Biología Marina de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas de la Universidad Científica del Sur por el financiamiento a las salidas de campo a las diversas regiones amazónicas del Perú; asimismo, al Dr. Christian Berger y a la Ing. Jacqueline Palacios León por la revisión y los aportes brindados al presente documento.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Baltazar GP, Palacios LJ. La acuicultura en el Perú: producción, comercialización, exportación y potencialidades. Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui.VII; 2015: 293-305. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/277713750\\_PB\\_2015\\_La\\_acuicultura\\_en\\_el\\_Peru\\_produccion\\_comercializacion\\_exportacion\\_y\\_potencialidades\\_-FIRMA](https://www.researchgate.net/publication/277713750_PB_2015_La_acuicultura_en_el_Peru_produccion_comercializacion_exportacion_y_potencialidades_-FIRMA)
- 2 Baltazar GP, Palacios LJ, Mina VL. Producción, comercialización y perspectivas de desarrollo de la acuicultura peruana. Científica 2014; 11 (2): 118-33. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/276028254\\_PRODUCCION\\_COMERCIALIZACION\\_Y\\_PERSPECTIVAS\\_DE\\_DESARROLLO\\_DE\\_LA\\_ACUICULTURA\\_PERUANA](https://www.researchgate.net/publication/276028254_PRODUCCION_COMERCIALIZACION_Y_PERSPECTIVAS_DE_DESARROLLO_DE_LA_ACUICULTURA_PERUANA)
- 3 Baltazar P, Francia C, Colan C, Bellido L. Integración de la acuicultura en la producción de vegetales y cuyes empleando energía renovable en una zona rural de la costa centro del Perú. Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui.VII; 2015: 193-203. Disponible en [https://www.academia.edu/12619796/INTEGRACI%C3%93N\\_DE\\_LA\\_ACUICULTURA\\_EN\\_LA\\_PRODUCCI%C3%93N\\_DE\\_VEGETALES\\_Y\\_CUYES\\_EMPEANDO\\_ENERG%C3%8DIA\\_RENOVABLE\\_EN\\_UNA\\_ZONA\\_RURAL\\_DE\\_LA\\_COSTA\\_CENTRO\\_DEL\\_PER%C3%9A\\_ATMI\\_](https://www.academia.edu/12619796/INTEGRACI%C3%93N_DE_LA_ACUICULTURA_EN_LA_PRODUCCI%C3%93N_DE_VEGETALES_Y_CUYES_EMPEANDO_ENERG%C3%8DIA_RENOVABLE_EN_UNA_ZONA_RURAL_DE_LA_COSTA_CENTRO_DEL_PER%C3%9A_ATMI_)
- 4 World Bank 2013. Fish to 2030: prospects for fisheries and aquaculture. Report number 83177-GLB. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/019/i3640e/i3640e.pdf>

- 5 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma: FAO; 2016. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>
- 6 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-Globefish. Analysis and information on world fish tradeTilapia [Internet]. Roma: FAO; 2017. Disponible en <http://www.fao.org/in-action/globefish/market-reports/tilapia/en/>
- 7 FishStat Plus. Programa informático universal para series cronológicas de estadísticas pesqueras de la FAO [Internet]. Roma: FAO; 2016. Disponible en <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es>
- 8 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Estudio “Evaluación del impacto de la introducción de especies exóticas en la cuenca del río Huallaga”. Iquitos: IIAP; 1998. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/CDinvestigacion/iiap/iiap12/iiap12.htm>
- 9 Mendoza D. La acuicultura peruana y sus proyecciones al 2025. Lima: xxx; 2016.
- 10 Mendoza D. Informe: Panorama de la Acuicultura Mundial, en América Latina y el Caribe y en el Perú. Lima: Dirección General de Acuicultura, Ministerio de la Producción; 2011. Disponible en <http://economics.embassyofperu.nl/images/economics/docs/informe-sobre-la-acuicultura-en-el-peru.pdf>
- 11 Mendoza D, Sanchez V, Olascuaga J. Plan Regional de Acuicultura de San Martín 2014-2023. San Martín, Perú: Dirección Regional de la Producción, Gerencia Regional de Desarrollo Económico del Gobierno Regional de San Martín; Dirección de Acuicultura, Dirección General de Extracción y Producción Pesquera para Consumo Humano Directorio del Ministerio de la Producción; 2013. Disponible en <http://www.regionesanmartin.gob.pe/consejoRegional/acuerdos/2014/OR201424.pdf>
- 12 Zimmermann S. El mapa de la tilapicultura y los principales movimientos de la producción global. Panorama Acuícola 2014; 19 (5): 68. Disponible en [http://www.panoramAACUICOLA.com/columnas/2011/06/30/el\\_fenomenal\\_mundo\\_de\\_las\\_tilapias/2014/07/31/capitulo\\_18\\_el\\_mapa\\_de\\_la\\_tilapicultura\\_y\\_los\\_principales\\_movimientos\\_de\\_la\\_produccion\\_global.htm](http://www.panoramAACUICOLA.com/columnas/2011/06/30/el_fenomenal_mundo_de_las_tilapias/2014/07/31/capitulo_18_el_mapa_de_la_tilapicultura_y_los_principales_movimientos_de_la_produccion_global.htm)

## CONCEPTOS PRÁCTICOS DEL CULTIVO DE TILAPIAS BAJO SISTEMA BIOFLOC

Dr. Carlos Mario Franco Gómez  
Tilapez, Colombia  
Correspondencia: camafra1@yahoo.es

### INTRODUCCIÓN

La piscicultura es un importante sector de la acuicultura, que es, a su vez, la mayor fuente de producción pecuaria mundial, y brinda proteína de alta calidad para el consumo humano (seguridad y salubridad alimentaria). En la actualidad, la producción mundial de pescado (captura y acuicultura de agua dulce y salada) aporta 152,8 millones de toneladas para el consumo humano, de los cuales 81,4 millones de toneladas proviene de la acuicultura y equivalen al 53,27% de la producción mundial. Por su parte, 45,58 millones de toneladas provienen de la piscicultura de agua dulce, es decir, el 56% de la acuicultura y el 29,7% de la producción mundial. De este total, de 6,8 a 7 millones de toneladas son aportados por la tilapia y equivalen al 15,35% del total de piscicultura de agua dulce. Por tanto, la tilapia es la segunda especie más cultivada en el mundo (6), se disputa la mayor producción con las especies de carpas (Asia), y supera largamente a la de bagres (basa o panga) y salmonidos (salmón y trucha).

En los 80 y 90, el crecimiento promedio de la producción mundial fue del 10% anual, el cual bajó entre 2001 y 2016 al 5,9% anual. En el nuevo milenio, el crecimiento de la piscicultura en América es del 5,7% anual, mientras que en África es del 10,4% y en Asia, del 6% (6)

Las tilapias, son peces omnívoros (filtradores), que ocupan el primer nivel de consumidores dentro de la pirámide trófica, al igual que los camarones (bentónicos). Aprovechan eficientemente toda la productividad primaria generada en el ambiente acuático; por lo tanto, son una de las especies diseñadas naturalmente para convivir y aprovechar este tipo de sistema de cultivo.

Los sistemas biofloc o BFT (BioFloc Technology) se justifican desde la parte económica y ecológica, ya que, para mantener la calidad del agua en los cultivos de peces, esta no se elimina ni se filtra (alto costo), como sucede en los sistemas RAS (Recirculación Acuaculture Systems), sino que se lleva a cabo una descomposición aeróbica *in situ*, al suministrarle oxígeno (aire). Esta descomposición trae beneficios como el aprovechamiento del alimento no consumido; el reciclaje del nitrógeno eliminado en las heces para convertirlo en proteína bacteriana; el uso de dietas más pobres en proteína (menos costo) y con fuentes proteicas no originadas de animales (harina de pescado); poder asociar cultivos de tilapia con camarón; disminuir el FCA (factor de conversión de alimento); aumentar la capacidad de carga a más de 10 kg/m<sup>3</sup>; una mayor eficiencia en el

uso de energía por parte de motores (HP), ya que es mucho más eficiente 1 HP moviendo aire (menor resistencia) que moviendo agua; una mayor supervivencia de los peces; y habilitar la piscicultura con aguas de bombeo o en zonas con escasos recursos hídricos. Por lo tanto, el sistema de cultivo es completamente sustentable desde el punto de vista ecológico y económico.

Dentro de la agenda para el 2030 de la ODS (objetivos de desarrollo sostenible), del Acuerdo de París, que plantea fuertes exigencias para la pesca y la producción acuícola, se hace referencia a un impacto positivo en las tres dimensiones (económica, social y ambiental) que debe mantener una producción sostenible y sustentable (6).

**Palabras clave:** recirculación, biofloc (BFT), depuración, DO, biocatalizador (BOC)

## PRODUCCIÓN BAJO SISTEMAS BIOFLOC

La sustentabilidad y sostenibilidad piscícola se basa en sistemas de producción a alta densidad, ya sean intensivos o superintensivos; lo que no solo responde a un argumento ecológico, sino a uno económico. Actualmente tenemos dos sistemas de producción de alta densidad: sistemas de recirculación (RAS, Recirculation Acuaculture System) y sistemas biofloc (BFT, BioFloc Technology). El RAS se basa en mantener un alto volumen de recambios, alto nivel de filtración y depuración de las aguas (gases), que son reintegradas al sistema, bajo un sistema de bombeo de altos caudales en un sistema cerrado y costoso.

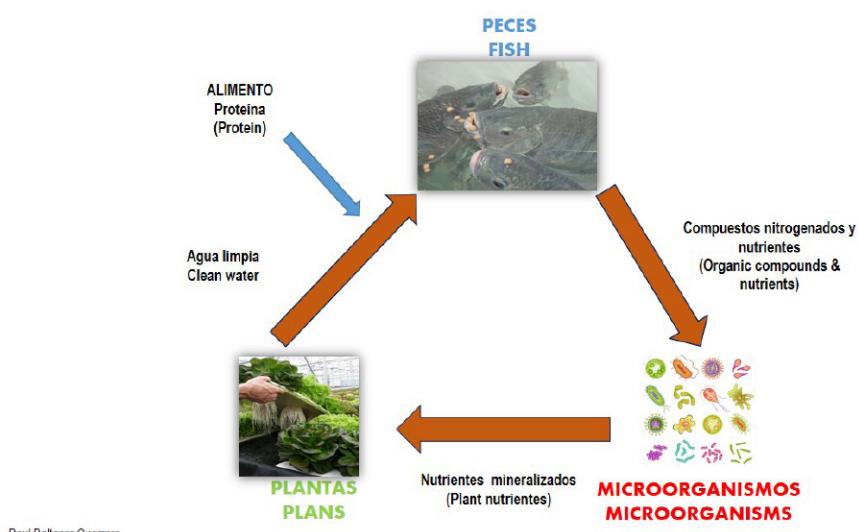
COMPARACIÓN BIOFLOC/RAS		
	Biofloc	RAS
Recambios	Poco < 10% sem	Mayor a 10% semanal
Estabilidad ambiente	Muy alta	Media
Productividad primaria	Muy alta	Muy baja
Calidad del alimento balanceado	Pobre	Rico
F. C. A	Excelente	Buena
Aporte de proteína del medio	Alto	Ninguna
Costo alimento balanceado	Bajo	Alto
Supervivencia	Muy alta > 90%	Alta 90%
Confort	Muy alto	Medio a alto
Riesgo enfermedad	Bajo	Medio
Costos	—	Mayores

Biofloc se basa en cultivar el pez en un ambiente de nulo o poco recambio de agua (<15% semanal) para reponer lo evaporado (2, 3), pues la degradación de la materia orgánica (potencial óxido-reducción) es realizada por bacterias benéficas (flóculos microbianos), desarrollo que depende fundamentalmente de la relación C:N, y que transforman toda las excretas de los peces en productos orgánicos básicos; así se retroalimenta el sistema y se mantiene la máxima productividad natural. Para su desarrollo y sostenimiento, es necesario un medio 100% aerobio y agitado, con muy bajos o ningún recambio externo, en el que solo se reponen las aguas perdidas por filtración o evaporación (1). Es indicado realizar sifoneos o descargas de los sólidos sedimentables (3, 5), y llevar

lo descargado a sedimentación, recirculando la misma agua para darle mejor calidad; los sólidos en suspensión y el floc se mantienen dentro del estanque de producción. El agua de los sifoneos, que saca los sólidos sedimentados, se puede pasar por un sistema de hidroponía, para conformar un complejo acuapónico de alta eficiencia.

La alta concentración de sólidos en suspensión, puede volverse contraproducente, porque la eutrofización excesiva disminuye la penetración de los rayos solares en la columna de agua (solo lo expuesto por aireación) (1); demanda mayor cantidad de HP y consumo de energía por parte de la aireación; incrementa la temperatura (crítico para las zonas más bajas y con mayor radiación solar); genera oclusión de las branquias y baja el nivel de absorción del oxígeno disuelto (3); disminuye la proliferación de algas (autótrofos) e incrementa el desarrollo de microorganismos dañinos.

### CICLO DE LA ACUAPONÍA



La composición del biofloc puede variar de acuerdo con la constitución biológica del agua de siembra (inicial), así como por el tipo de bacterias que contenga; no obstante, en términos generales, podemos encontrar (1, 2, 3, 5): fitoplancton (autótrofos), zooplancton, bacterias heterótrofas, nitrobacterias (nitrosomonas y nitrobacter), levaduras, bacilos, hongos, probióticos, prebióticos, parásitos, etc. Su presencia se caracteriza por un equilibrio tal que ninguno se comporta como agresor ante el pez y esta bioscenosis produce resultados benéficos, ecológicos y sostenibles.

Las características para que una especie pueda optar a ser cultivada bajo el sistema biofloc son las siguientes (5):

1. Resistencia a una alta densidad.
2. Tolerancia a niveles intermedios de OD (3 a 4 ppm).
3. Tolerancia a sólidos en suspensión ( $> 200 \text{ ml/L}$ ), (ideal 10 a 15 ml/L), medido en cono Imhoff.
4. Un buen aparato de filtración, tolerante al N.
5. Sistema digestivo omnívoro o adaptable a asimilar partículas microbianas.

Cualquier especie se puede cultivar bajo sistema biofloc, mas esto no indica que aproveche bien el medio; para ello se debe tener en la cuenta la ubicación de la especie dentro de la pirámide trófica o alimenticia, pues a mayor nivel menos eficiente será (pacu —*Piaractus brachypomus*— y

gamitana —*Colossoma macropomum*—). Si se encuentra a bajo nivel (tilapia, camarón), será más eficiente en el aprovechamiento del alimento natural. La tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), con un alimento del 24% de PB, creció en promedio un 2,5% diario respecto de su peso inicial promedio (4,6 g), mientras que la cachama blanca o gamitana (*Piaractus brachypomus*), con un peso inicial mayor (39,3 g), creció un promedio diario del 1,4% (3).

## CAPACIDAD DE CARGA EN MEDIOS CON BIOFLOC (KG/M<sup>3</sup>)

En cualquier tipo de producción acuícola, la capacidad de carga (kg/m<sup>2</sup> o kg/m<sup>3</sup>) estará determinada por la oferta ambiental en cuanto a la relación suelo-agua o las condiciones fisicoquímicas del agua (calidad del agua). En los sistemas biofloc, el incremento de la capacidad de carga dependerá de la capacidad de degradación de la materia orgánica y la eliminación de detritus y gases, que pueda garantizar la aireación u oxigenación del medio acuático. En términos de justificación económica, el punto de partida económico está alrededor de los 15 kg/m<sup>3</sup> en adelante (15 a 45 kg/m<sup>3</sup> o más).

## VENTAJAS ALIMENTICIAS Y NUTRICIONALES DEL SISTEMA BIOFLOC

El gran aporte nutricional del biofloc fluctúa entre el 29,2% y el 50% de proteína cruda (3). Además, dicha proteína está compuesta por aminoácidos de alta calidad biológica, y con una alta relación energía-proteína (proteína de alta asimilación). Lo anterior nos indica que, en los sistemas biofloc, podemos usar esquemas de alimentación con menores niveles de proteína, de tal forma que el costo también será mucho menor. Al degradarse los desechos orgánicos o detritus por la acción bacteriana aeróbica, se construye proteína bacteriana a partir del nitrógeno que se elimina en los desechos (amonio —NH<sub>3</sub>—, amoniaco —NH<sub>4</sub>—, nitrito —NO<sub>3</sub>— y nitrato —NO<sub>2</sub>—) resultantes de la degradación de la proteína que contiene el alimento; en otras palabras, lo que es un problema se soluciona y aprovecha. Los niveles de reducción en consumo del alimento balanceado fluctúan entre el 25% y el 50% (1).

Según lo anterior, la calidad del biofloc permite dietas que no usen fuentes de proteína de origen animal, porque contribuye con el 50% de los requerimientos proteicos de la especie, y más cuando es proteína de alto valor biológico; como también los porcentajes de alimentación, de acuerdo con el peso de la biomasa, son menores que en los sistemas convencionales.

## CONDICIONES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA EN EL SISTEMA BIOFLOC

Es importante entender que la tecnología biofloc no está solo definida por la infraestructura y los sistemas de aireación, sino por las condiciones de manejo de las aguas “efluentes” de los peces, que no son eliminadas, sino degradadas aeróbicamente, dentro del mismo ambiente acuático donde se engordan los peces; por lo tanto, las consideraciones de manejo son las máximas. Lo dicho significa que esta tecnología es muy exigente en manejo y para ello se deben monitorear diariamente los parámetros fisicoquímicos (pH, ORP, OD%, OD ppm, CE, TDS, salinidad UPS, temperatura) y, cada cierto tiempo, NAT, nitritos, alcalinidad total. Este sistema exige que se tenga una asesoría constante para su éxito.

El oxígeno será aportado por el aire, que a 0 metros sobre el nivel del mar contiene el 20,9% de oxígeno. Esta concentración dependerá no solo de la altitud, sino de la temperatura del agua y la densidad del aire. En cuanto a la oferta, y el consumo de acuerdo a la cantidad máxima de alimento que se consumirá por día, tasa respiratoria de toda la biomasa acuática, tasa respiratoria del pez de acuerdo al peso final deseado, tasa respiratoria de la biomasa de biofloc), etc. Para la elección del aireador, que desgasifica y oxigena, además del O<sub>2</sub> que debe aportar, debe generar una turbulencia que permita mantener en forma flotante los sólidos, suspendidos en el agua sin que se presenten zonas muertas, a fin de que se puedan degradar aeróbicamente; de lo contrario, se depositarán en el fondo y se descompondrán anaeróbicamente, lo que generará gases indeseables, tóxicos y mortales (metano, ácido sulfuroso, esteres, alcoholes, etc.).

Se considera que el oxígeno es el principal factor limitante en la producción bajo sistema biofloc, pues de él se deriva el adecuado funcionamiento, crecimiento y éxito del cultivo (peces, floc, plancton). Respecto de los valores de oxígeno necesarios para mantener en buenas condiciones un sistema biofloc, se considera que está entre el 65% y el 75% de la tasa de saturación o, como mínimo, de 4 a 4,5 ppm. Finalmente, tenemos que la capacidad de aireamiento (desgasificar, oxigenar) y agitación que le podamos dar al cuerpo acuático en su columna de agua dependerá la capacidad de oxidación de la materia orgánica, para un medio aerobio al 100%.

Para el buen desarrollo y mantenimiento de cultivo de tilapias, bajo sistema biofloc, debemos considerar la toma, manejo e interpretación de los parámetros señalados a continuación (1, 2, 5, 7).

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS		
	Mínimo	Mejor
<b>Temperatura, °C</b>	25 a 27	28 a 31
Alcalinidad, ppm	75	100 a 120
Dureza, ppm	50	100 a 180
Oxígeno disuelto, %	50	70 a 80
Oxígeno disuelto (ppm)	4 a 4,5	5 a 6
Potencial redox	140 a 170	170 o >
pH	6,5 a 7,5	7,5 a 8,2
NAT, ppm	0,5 a 0,7	0,25 a 0,5
Amonio NH <sub>3</sub> , ppm	<7	0,1 a 1
<b>Sólidos totales disueltos TDS</b>	150	< 500
Salinidad, UPS	1,5 a 3	menor de 15
Biofloc en cono Imhoff (ml/L)	15	45

## RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO (C:N)

Tanto el fitoplancton como las bacterias aeróbicas que aprovechan y degradan los detritus, y que en su proceso de descomposición generan nitrógeno (proteína del alimento), necesitan de CO<sub>2</sub> o de C (carbono) para hacerlo de una manera eficiente. Por lo tanto, hay una relación inherente

entre el C y el N, que está entre 20:1 y 10:1 (1, 2, 5), con un promedio de 15:1. Es decir, por cada gramo de NAT (nitrógeno amoniacal total) que se genere, se deben agregar 15 g de carbono; de lo contrario, no habrá desarrollo de las bacterias desnitrificadoras y descomponedoras. No obstante la proporción de carbono a agregar, dependerá de la etapa de desarrollo del biofloc su tipo de composición, la cantidad y el tipo de alimento consumido. La fuente de carbono debe aplicarse diariamente, pues es el combustible para la generación, la vida y el trabajo del floc bacteriano.

Para la selección de la fuente de carbono, se tendrán en cuenta estos factores: disponibilidad, costo, biodegradación y facilidad de asimilación. Como fuentes de carbono podemos tener harina de yuca, harina de maíz, celulosa, dextrosa, glicerol, melaza, harina de sorgo, harina de trigo, salvado de trigo y melaza, almidón (1).

La madurez de un sistema biofloc se puede considerar entre las 4 y 8 semanas (desde aguas claras con 0 biofloc) (7), según la temperatura y otros factores. Es el tiempo mientras se equilibran las poblaciones que lo componen: fitoplancton, zooplancton, bacterias quimioautótrofas, bacterias heterótrofas, probióticos, prebióticos, levaduras, hongos, protozoos, nematodos, etc., donde se busca que el ciclo del nitrógeno pueda ser controlado por las bacterias reductoras, del amonio NH<sub>3</sub> (nitrosomonas) y de nitritos (nitrobacter), es decir, heterótrofos, y los valores de nitritos serán de 0,013 ppm (5). No obstante, una cosa es el tiempo de maduración y otra la edad del biofloc (después de madurado), o ciclo de regeneración (10 a 14 días), del que se recomienda mantener un biofloc joven, no mayor de 2 semanas (estimular renovación) y no uno viejo (2,5). Por lo anterior, es recomendable estar descargando los sólidos sedimentables, por sifoneo o succión, mas no mantener un biofloc con 0 recambio (viejo).

## USO DE BIOCATALIZADORES (BOC)

El proceso de degradación o descomposición de los detritus y restos de alimento generados por la acción bacteriana aeróbica puede ser facilitado por el uso de catalizadores orgánicos (aceleradores), los cuales tienen compuestos de actividad enzimática que, además de acelerar el proceso de degradación (hasta 1000 veces), facilitan la disponibilidad de la materia prima para el trabajo bacteriano al fragmentar las partículas; en otras palabras, son aceleradores de los procesos bioquímicos de la descomposición orgánica. Por experiencias obtenidas, podemos concluir que, aplicando BOC, los sólidos en suspensión son más floc que detritus o materia orgánica. Al correlacionar los resultados o mediciones del floc decantado en un cono Imhoff, podemos decir que, usando catalizadores orgánicos, un cono de 5 a 15 ml correspondería a uno de 40 a 120 ml cuando no se usa el catalizador; además, el proceso bacteriano se genera con el mismo consumo de oxígeno, pero en un menor tiempo, lo que permite tener mayor cantidad de oxígeno disponible para los peces y así optimizar el sistema de aireación.

Los beneficios por el uso de biocatalizadores son los siguientes: reducción de la materia orgánica contaminante, mayor eficiencia de la aireación, menor cantidad de lodos depositados en fondos, sólidos en suspensión menos densos, pH más estable, mayor bioseguridad, altas supervivencias (> 90%), reducción de la turbiedad, menor taponamiento branquial, disminución de los gases tóxicos y excelente control de espuma.

PUNTOS PRÁCTICOS PARA CULTIVO EN BIOFLOC	
1. Determinar cuánto se quiere producir (potencial de producción)	
2. Adecuado diseño de infraestructura	
3. Calidad del agua	
4. Cuantificar la necesidad de aireación	
5. Determinar el modelo de aireación	
6. Mantener perfecta relación C:N	
7. Uso de biocatalizadores	
8. ¿Qué se puede hacer? ¿Recirculación? ¿Hidroponía? ¿Ambas?	

## COSTOS

Se calcula, para una piscícola con producción escalonada mensual de 7200 kg mensuales ( $15 \text{ kg/m}^3$ ) y 17 200 kg mensuales ( $36 \text{ kg/m}^3$ ), un costo total de \$ 40 000 (construcción, infraestructura, implementos, motores, aireadores, mano de obra y flujo de caja hasta tener la primera producción); los siguientes son costos para una producción. Estos costos pueden ser menores si se tiene una producción mayor en la misma infraestructura y un mejor manejo. No obstante, lo importante es que la producción por lb (0,454 kg) sea de \$ 0,72 para  $15 \text{ kg/m}^3$  y de \$ 0,61 para  $36 \text{ kg/m}^3$ ; situación altamente competitiva frente al costo de producción mundial, que es de \$ 0,9 la libra.

COSTO TOTAL	15 KG/M <sup>3</sup>	%	36 KG/M <sup>3</sup>	%
Costo fijo	\$ 714,20	12,50	\$ 714,20	6,13
Costo alevinos	\$ 277,25	4,85	\$ 665,40	5,71
Costo alimento	\$ 2587,68	45,28	\$ 6564,93	56,36
Biocatalizador	\$ 97,80	1,71	\$ 97,80	0,84
Correctivos	\$ 7,84	0,14	\$ 7,84	0,07
Desinfectante	\$ 60,32	1,06	\$ 60,32	0,52
Carbono	\$ 95,19	1,67	\$ 228,45	1,96
Electricidad aireación	\$ 986,69	17,26	\$ 1426,97	12,25
Electricidad electrobomba	\$ 66,05	1,16	\$ 66,05	0,57
Asesoría (producción)	\$ 247,74	4,33	\$ 594,58	5,10
Mano obra temporal (pesca y otros)	\$ 83,29	1,46	\$ 83,29	0,72
Mano obra evisceración	\$ 260,13	4,55	\$ 624,31	5,36
Varios	\$ 231,03	4,04	\$ 513,53	4,41
Costo total	\$ 5.715	100	\$ 11.648	100,00
<b>Costo Total / kg, pez vivo</b>	US\$ 1,59		US\$ 1,35	

## PREPARACIÓN DE INÓCULO BIOFLOC

En un tanque plástico, colocar (1):

1. Agua de un estanque (un poco verde)	200 l
2. Melaza de caña	1g/50 l agua
3. Harina de Yuca	1,25 g/50 l agua
4. Cloruro de amonio (por 8 días seguidos)	1g/100 l agua
5. Bicarbonato de sodio (aguas bajas alcalinidad) c.s.p	100 ppm
6. pH 7	
7. Cuando amonio ( $\text{NH}_3$ ) > 0,5 ppm	
8. Agregar 15 ppm de melaza por cada ppm de amonio ( $\text{NH}_3$ ) o de acuerdo con la alimentación.	

Después de estabilizado, agregarlo

Para la aplicación de la melaza, es muy recomendable dosificarla durante 12 a 24 horas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Avnimelech Y. Biofloc technology. A practical guide book. Lousiana: The World Aquaculture Society; 2012.
2. Ray AJ, Venero JA, Browdy CL, Leffler JW. Simple settling chambers aid solids management in Biofloc System. Global Aquaculture Advocate 2010; 28-30.
3. Cordero B, Benicio S. Cultivo en suspensión activa (bioflocs). Una alternativa para la piscicultura urbana [Tesis]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia; 2016
4. Collazos LF, Arias JA. Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia: una revisión. Orinoquia [Internet] 2015; 19 (1): 77-86.
5. Emerenciano M, Gaxiola G, Cuzon G. Biofloc Technology (BFT): a review for aquaculture application and animal food industry. En Matovic MD (ed.). Biomass now-cultivation and utilization. Rijeka, Croacia: InTech; 2013.
6. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Estado mundial de la pesca y acuicultura. Roma: FAO; 2016.
7. Montero G, Emanuel A. Adición de sustrato artificial en la producción y calidad de agua de tilapias (*Oreochromis niloticus*) cultivadas con tecnología Biofloc [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2016.

## DESPISTAJE DE ENFERMEDADES BACTERIANAS EN PISCIGRANJAS DE LA REGIÓN CUSCO

Blgo. César Pedro Mora Sancho  
Dirección Regional de Producción Cusco. Cusco, Perú  
Correspondencia: c\_mora\_s@hotmail.com

En paralelo al desarrollo de la piscicultura, la presencia de enfermedades ha sido y es uno de los temas relevantes a nivel mundial. La región Cusco no es ajena a esta situación, y las pérdidas se atribuyen principalmente a las enfermedades de origen bacteriano presentes en las diferentes etapas de desarrollo de los peces durante su producción.

El objetivo de este estudio fue identificar los patógenos que afectan al desarrollo de la piscicultura en la región Cusco. El método empleado fue el monitoreo en diferentes piscigranjas de aguas frías (trucha) y cálidas (paco), y se registró la información clínica de los peces afectados en una ficha de anamnesis. Posteriormente, se tomaron muestras de las lesiones externas y de los órganos internos, las cuales fueron llevadas al laboratorio en un medio de transporte (amies), para ser coloreadas (Gram, Ziehl Neelsen) y cultivadas en medios selectivos que permitieron el aislamiento del microorganismo. La identificación se realizó mediante el método de biotipificación (MicroScan).

Con los resultados de la evaluación clínica y de laboratorio se pudo concluir que los agentes causantes de los cuadros patológicos fueron bacterias pertenecientes a cinco géneros: *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Flexibacter* y *Flabobacterium*, responsables de 12 cuadros clínicos.

**Palabras clave:** despistaje, mortandad, anamnesis



# **SANIDAD Y BIOSEGURIDAD EN ACUICULTURA, PIEDRA ANGULAR PARA EL ÉXITO PRODUCTIVO Y LA SUSTENTABILIDAD PARA LAS EXPLOTACIONES ACUÍCOLAS, DESAFÍOS Y METAS PARA LA ACUICULTURA DEL PERÚ**

Dr. Juan Battaglia Aljaro  
Gerente técnico AB&T Perú. Lima, Perú  
Correspondencia: juan.battaglia@gmail.com

## **INTRODUCCIÓN**

Desde inicios del siglo pasado, en el Perú se ha desarrollado y posicionado la pesca de captura como una de las principales actividades económicas; sin embargo, a partir de los años 80, la acuicultura ha cobrado relevancia como parte de la economía, hasta sumar el 15% del PIB entre ambas actividades. Si bien hoy la crianza de recursos hidrobiológicos en el Perú es relativamente limitada en términos de volumen, el desarrollo de la acuicultura nacional muestra la mayor tasa de crecimiento entre los diez productores acuícolas más importantes de América Latina y el Caribe. La producción ha aumentado de aproximadamente 6600 toneladas en 2000 a más de 115 000 toneladas en 2015, con una proyección prevista para 2020 cercana a las 200 000 toneladas. Esto la convierte en una atractiva posibilidad, ya que el techo de posibilidades es aún muy alto. Desde mediados de los años 80, las autoridades han reconocido el enorme potencial de desarrollo de la acuicultura en el Perú. Los argumentos principales señalan que el país tiene una gran variedad de especies nativas y de condiciones favorables para la acuicultura marina y de agua dulce, a lo largo de las zonas de Costa, la Amazonía y el altiplano. Por otra parte, el éxito de los países vecinos, como el cultivo de camarones en Ecuador y el de salmones y truchas en Chile, ha animado al Gobierno peruano a desarrollar políticas para promover la acuicultura en el país. Las iniciativas de inversiones parecen estar descoordinadas y partir de esfuerzos individuales de diferentes empresas, sin una uniformidad en las tecnologías de cultivo.

## **ACUICULTURAS DEL PERÚ**

El cultivo de conchas de abanico (*A. purpuratus*) está representado por unas pocas grandes empresas que han logrado cerrar el ciclo de producción. El sector de la acuicultura de conchas está dominado por las actividades artesanales, que son puramente extractivas o una combinación de la cultura y las prácticas extractivas. Como puede verse en la tabla 1, las conchas de abanico representan la mayor producción acuícola del Perú, seguida por el cultivo de langostinos (*L. vannamei*).

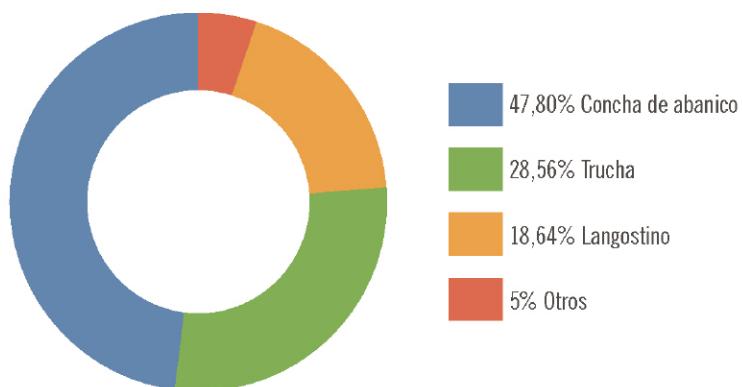
El cultivo de langostinos es la actividad más desarrollada y de mayor capitalización del sector. Se concentra en la zona norte fronteriza con Ecuador, fundamentalmente porque esta región ofrece buenas condiciones biológicas y climáticas para su cultivo. También se destaca la producción de truchas, que tiene lugar en la sierra y el macizo andino, así como en la zona altiplánica de Puno.

La crianza de truchas es desarrollada por un gran número de pequeños productores y solo unas pocas grandes empresas integradas que participan en actividades de exportación. Uno de los principales retos para esta actividad es establecer una nueva estrategia de comercialización, basada en la sanidad e inocuidad de sus productos. La tabla 1 muestra cómo la producción acuícola ha evolucionado en el Perú. Emerge el patrón regular de la producción pesquera de estancamiento y crecimiento de la producción acuícola. En este sentido, el desarrollo de estos sectores en el Perú es similar a las tendencias mundiales. Otra característica en línea con la tendencia global es que hay pocas especies de gran volumen que dominan la producción acuícola, mientras que muchas especies que se producen en pequeñas cantidades. En la figura 1 se observan los principales rubros de la acuicultura del Perú y se agregan las especies de pequeño volumen bajo la etiqueta “Otros”. Sin embargo, se puede señalar que, en el Perú, son todavía jóvenes los cultivos acuícolas y esto significa que hay mucho espacio para continuar su desarrollo, lo que requiere la incorporación pronta de tecnología, conocimiento técnico (*know-how*) e inversiones.

**Tabla 1. Acuicultura del Perú (toneladas métricas/año).**

ESPECIES	2009 VOLUMEN (MT)	2015 VOLUMEN (MT)	2016 VOLUMEN (MT)
<b>Continental</b>	<b>14 836,22</b>	<b>38 683,09</b>	<b>46 007,82</b>
Gamitana	564,34	504,25	785,65
Tilapia	1260,83	4795,65	6260,83
Trucha	12 816,86	32 423,89	37 867,15
Otros	194,19	959,30	1094,19
<b>Marino</b>	<b>29 480,55</b>	<b>76 589,18</b>	<b>91 586,10</b>
Concha de abanico	16 047,42	55 096,16	66 097,54
Camarón	13 428,85	21 483,69	25 457,78
Otros	8,28	9,33	12,78
Total	<b>44 316,77</b>	<b>115 272,27</b>	<b>137 575,92</b>
Variación % 2009-2015		38,44	
Variación % 2015-2016 e			8,37
Variación % 2009-2016 e			32,21
Porcentaje por año %	6,41		5,36

Sanidad y bioseguridad en acuicultura, piedra angular para el éxito productivo y la sustentabilidad para las explotaciones acuícolas, desafíos y metas para la acuicultura del Perú



**Figura 1. Acuicultura Perú 2016 (% participación por especies)**

Existe una gran brecha entre la producción y la comercialización de los productos de la acuicultura peruana a nivel de los mercados internacionales (tabla 2), que responde principalmente a la poca intensificación de los cultivos, el bajo nivel de formalización de las explotaciones y la falta de implementación de medidas de control sanitario y de prácticas reales de bioseguridad que garanticen la calidad e inocuidad de los productos. Este es el gran desafío que hoy enfrentan los actores involucrados, desafío que se verá superado en la medida que se entienda y se aplique con estricto rigor estrategias de bioseguridad y de refuerzo de la sanidad de los cultivos, que permitan entregar a los mercados tanto locales como internacionales productos de alto valor sanitario y de reconocida y comprobable calidad en términos de inocuidad alimentaria.

**Tabla 2. Exportaciones de la acuicultura del Perú (toneladas métricas/año)**

PRODUCTO/AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Conchas ( <i>scallop</i> )	9980	11 414	6672	17 399	13 570	7546
Langostinos ( <i>shrimp</i> )	9932	15 404	16 385	16 536	19 028	22 017
Truchas ( <i>trout</i> )	953	1650	1553	1518	867	2114
Tilapia	94	89	---	268	247	323
Total	20 959	28 557	24 610	35 721	33 712	32 000
Variación (%)		26,60	- 13,82	31,10	-5,62	-5,07

### Desafíos de la acuicultura del Perú

Según la FAO, la acuicultura representa una gran oportunidad para el Perú y América Latina. Los expertos enfatizan que ha tenido un notable crecimiento gracias a la producción de trucha en el ambiente andino, así como a la exploración reciente de especies nativas en la Amazonía. La introducción y desarrollo de nuevas acuiculturas, como las del paiche (*Arapaima gigas*), gamitana, paco (cachama), tilapia (*O. niloticus*) o el pacú o pirapatinga (*Pacu amazónica*), puede representar una buena fuente de ingreso para los productores, que accederían a los mercados locales y regionales con productos de altísima calidad e inocuidad.

También se propone intensificar la promoción y el apoyo de la maricultura de moluscos bivalvos. La planificación debe hacerse con cuidado, para garantizar la sostenibilidad y el impacto sobre la seguridad alimentaria, la nutrición y el desarrollo social.

La FAO y muchos profesionales están ayudando al Perú con el desarrollo de una estrategia de adaptación del sector acuicultor a los cambios de tendencias que determinan que la sanidad y la bioseguridad aplicada a los cultivos, que resultan ser piedras angulares para el desarrollo futuro de la actividad acuícola en todas las regiones del Perú, en especial en aquellas en las que los cultivos acuícolas de importancia se han establecido.

La sanidad de los cultivos representa la gran garantía que la acuicultura puede brindar a los consumidores, tanto del mercado interno como de los mercados internacionales, a los cuales se pretende enviar estos delicados productos de la acuicultura peruana.

# PRODUCCIÓN DEL CAMARÓN TROPICAL DE AGUA DULCE EN LA REGIÓN SAN MARTÍN, PERÚ. POTENCIAL DEL CULTIVO

Blgo. MSc. José Carlos Gastelú Guzmán  
Las Palmas Aqua SAC Acuícola. Tarapoto, Perú  
Correspondencia: [laspalmasaquasac@gmail.com](mailto:laspalmasaquasac@gmail.com)

En el Perú, hace más de 50 años, se viene buscando una tecnología para la reproducción del camarón de río (*Cryptiops caementarius*). Por otra parte, en el norte hay especies nativas del género *Macrobrachium*, como *M. americanum*, *M. inca*, *M. gallus*, etc. que tienen buena demanda y sobre las que poco se investigado respecto de su producción. En 1986, debido a la gran demanda de camarón de agua dulce y los pocos resultados en la investigación sobre el camarón de río, se introduce el *Macrobrachium rosenbergii*, conocido como camarón gigante de Malasia o camarón tropical, proveniente de Israel y junto con un lote de Panamá, pues ya contaba con una tecnología de producción desarrollada, y en poco tiempo se comenzó su producción comercial en San Martín y, luego, en otras regiones con condiciones climáticas y calidad de agua adecuada. Sin embargo, los conocimientos en producción de semilla y manejo de engorde se mantuvieron rezagados de la evolución técnico-científica mundial, con volúmenes de producción bastante modestos. Recién en 2012 se produjo una renovación de tecnología y manejo que mostró rápidamente los resultados de un aporte profesional actualizado, con un aumento exponencial de la producción a nivel nacional y especialmente en la región San Martín.

El sistema productivo se inicia con la selección de reproductores, definiéndose características adecuadas para machos y hembras, los cuales llevan una dieta adecuada específica. Las hembras ovígeras con huevos ya próximos a la eclosión son transportadas al laboratorio, y las larvas eclosionadas cada día son contadas y estoqueadas en tanques de 1000 litros, en densidades de 100 larvas/litro en un sistema de recirculación de agua con uso de filtración biológica, alimentadas con nauplios de *Artemia* en instar I y con ración micronizada. Las larvas pasan por 11 estadios larvales morfológicamente diferentes hasta convertirse en poslarvas, en un periodo de 26 días, aproximadamente. Entonces son cosechadas, contadas y transferidas a tanques para aclimatárlas a agua dulce. Las poslarvas aclimatadas pasan a estanques de tierra en densidades de 100 poslarvas/m<sup>2</sup> durante 30 días, con renovación de agua de hasta 20% cada día, y así alcanzan un peso de 0,7 gramos alimentados con ración peletizada de 0,3 mm y 38% de proteína. Luego, son cosechadas y transferidas a los estanques de crecimiento final, donde se siembran 5 camarones/m<sup>2</sup>, que después de 4 a 5 meses de crecimiento llegan al peso comercial promedio de 25 g/individuo, aunque se encuentran en la cosecha camarones de 18 a 35 g, pues el crecimiento es heterogéneo sobre todo en los machos. Durante el engorde, los camarones son alimentados con ración peletizada de un 28% de proteína y un 9% de lípidos. Este proceso se realiza en estanques de 2000 a 3000 m<sup>2</sup>, con entrada y salida de agua. El recambio de agua va de un 5% a un 2% por día y se cosechan 160 kg aproximadamente por estanque. Durante la cosecha, los estanques son vaciados, se cosechan los camarones por arrastre usando redes, luego son lavados y transportados vivos para el procesamiento, donde por

shock térmico (agua helada -1°C con sal) son muertos y luego desinfectados con 2 ppm de cloro activo, lavados con agua potable fría e, inmediatamente, clasificados según normas internacionales, embolsados, sellados y congelados para su posterior comercialización en los mercados nacionales especializados.

La producción de camarón implica actualmente la aplicación de nuevas técnicas de control de la calidad del agua, mediante sistemas de biofiltración y desinfección más eficientes, el uso de probióticos, el control de densidad poblacional y la nutrición. La genética dirigida a la formación de familias y la domesticación también forma parte de las nuevas tendencias aplicadas a la carcinicultura de agua dulce. Más aún, la infraestructura, *lay out* y equipos de apoyo hacen del profesional especializado un técnico científico con conocimiento amplio en ingeniería, biología, patología, genética y mecánica; esto lleva a la obtención de alta supervivencia, suficiente para cubrir costos de inversión aplicando tecnología apropiada a las condiciones regionales. Los camarones, en general, son una fuente rica de proteínas y ácidos grasos indispensables, la concentración de colesterol en su organismo presenta una mayor proporción de HDL saludable para el hombre. Los costos de instalación de una estructura dependen de los distintos proveedores de equipos y de las condiciones de los mercados locales donde, por criterio en el levantamiento de la estructura, se observará el uso de material y equipo de fabricación local. En la región San Martín, la instalación de una *hatchery* con producción sostenida de 500 millares/mes de poslarvas es de aproximadamente \$ 50 000 dólares americanos considerando los buenos criterios en el uso de materiales locales y equipos a precios razonables. Los gastos de mantenimiento mensual de esta *hatchery* son de aproximadamente \$ 4000 y al ser la producción mensual de 500 millares, con un precio de venta por millar de poslarvas de \$ 22 en el mercado nacional, si consideramos que la producción de poslarvas por mes es de aproximadamente \$ 11 000, tenemos que la *hatchery* dejaría una utilidad neta de \$ 7000 de venderse toda la producción obtenida.

En el engorde, considerando que la producción tiene un tiempo máximo de 5 meses en condiciones adecuadas, el peso promedio de las cosechas es de 25 g/ unidad; sin embargo, el mercado acepta camarones con peso desde 18 gramos; de esta clasificación depende el precio de venta. Los estanques o pozas de engorde deben tener una relación próxima de 1,5:4 y una profundidad media de 1,3 m; las laterales con taludes, una relación de 1:3 de pendiente. Estas áreas son conocidas como zona de muda y es donde los camarones se protegen para no ser canibalizados durante ese proceso. Las compuertas de entrada son construidas según el tiempo que se espera para llenar la poza y mantener la entrada de agua constante para el recambio, que permite oxigenar y eliminar metabolitos del agua. La compuerta de salida debe ser calculada en función del tiempo que se quiere secar la poza para la cosecha; así, el caudal que pase en una unidad de tiempo es el que decide el tamaño de dicha compuerta. Antes de decidir una estructura de cultivo, junto con el caudal, la calidad del agua es importante, ya que el camarón requiere de ciertos iones que deben estar presentes en el agua, los principales son calcio, boro, magnesio, manganeso, sodio, potasio, carbonatos, sulfatos. El agua debe mantener un pH entre 7 y 8,5, una alcalinidad mínima de 60 y una concentración de calcio no menor de 80 ppm.

Si sembramos en una poza de 2500 m<sup>2</sup> a una densidad de 5/m<sup>2</sup>, colocaríamos 12 500 semillas precriadas, y después de 5 meses, con una supervivencia promedio del 70%, se cosecharían 8750 camarones con un peso promedio de 22 g, lo que significa aproximadamente 170 kg descontando la merma propia de la cosecha, y con pesos que van desde los 18 hasta los 35 gramos. El costo de producción de los 170 kg, a \$ 4,7 por kilogramo, sumaría \$799, mientras que el precio de venta en promedio está en \$ 11 por kilogramo; por tanto, el ingreso bruto será de \$ 1870.00 dólares y la ganancia neta, \$ 1070. Una unidad productiva de camarón se estima en 2,8 ha de pozas, de las cuales 10 pozas de 2500 m<sup>2</sup> son para engorde y 10 pozas de 300 m<sup>2</sup> son para precría. Si se cosecha una poza cada 15 días al mes, se venden 240 kg de camarón y al año se realizarían 2 campañas, con 20 cosechas que producirían 3400 kg, lo que generaría un margen de ganancia neto de \$ 21 400. Entonces, si hay un gasto promedio de inversión de \$ 33,600 para construir las 2,8 ha, en 3 años se pagaría la inversión con el 50% de las utilidades.

## MANEJO DEL PEJERREY BONAERENSE (*Odontesthes bonariensis*)

Blgo. Gustavo Berasain  
Estación Hidrobiológica de Chascomú, Argentina  
Correspondencia: berasainge@yahoo.com.ar

En la provincia de Buenos Aires hay 10 500 lagunas mayores a 10 ha. Estos ecosistemas son altamente productivos, pero inestables hidrológica, biológica y químicamente. El pejerrey es la especie de aguas continentales de mayor importancia en la provincia de Buenos Aires y en otras provincias argentinas, tanto por su pesca deportiva como por la pesca comercial. Además, hay que destacar que el pejerrey es un alimento de alto valor nutricional.

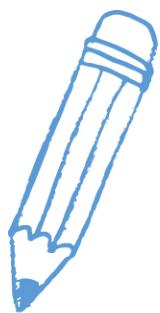
La pesca deportiva de pejerrey está relacionada con una gran cantidad de actividades como funcionamiento de establecimientos pesqueros, alquiler de embarcaciones, contratación de guías de pesca, comercialización de carnada, servicio de fileteado y alquiler de cabañas, entre otros. Esta actividad es difundida por varios programas de televisión, programas de radio y revistas especializadas.

La Dirección Provincial de Pesca del Ministerio de Agroindustria de la provincia de Buenos Aires es la responsable del manejo de los recursos pesqueros y para ello desarrolla el programa “Estudios limnológicos e ictiológicos” y también el de “Repoplamiento con huevos larvas y juveniles de pejerrey”. Además, basados en la información obtenida de los estudios, se establecen pautas de manejo de las poblaciones de pejerrey, como regulación de épocas de veda, talla mínima permitida de captura, número de piezas a extraer por pescador por día y prioridades con relación al repoblamiento.

Para llevar a cabo el repoblamiento, en la Estación Hidrobiológica de Chascomús, se realiza una importante producción intensiva de huevos, larvas y juveniles de pejerrey, obtenidos a partir de distintos lotes de reproductores criados en cautiverio.

Las actividades de pesca deportiva tienen una gran importancia económica, ya que permiten la diversificación productiva en numerosas poblaciones rurales, crean nuevos empleos y generan mayores ingresos. Es fundamental para el manejo sustentable del recurso pejerrey llevar a cabo estudios técnico-científicos y realizar el repoblamiento.





# resúmenes de trabajos de investigación

TEMA:  
CALIDAD AMBIENTAL

## CONTAMINACIÓN Y LA BIOECOLOGÍA EN LA ZONA COSTERA DE SAN ISIDRO, MIRAFLORES, BARRANCO Y CHORRILLOS

Pedro José Rodenas Seytuke

Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura,  
Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú  
Correspondencia: persey2005@yahoo.es

El objetivo de la investigación fue determinar el grado de contaminación por residuos sólidos costeros que afecta la bioecología marina de las playas de San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos. La investigación es de tipo descriptivo-explicativo no experimental. La muestra estuvo compuesta por 150 bañistas y visitantes, y por los organismos que habitan las playas y los espigones de San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos.

Los datos han sido clasificados en una tabla de contingencia para probar la hipótesis de independencia de criterios mediante la ji cuadrada. Se consideró un nivel de significancia = 0,05 y un grado de libertad cuyo valor tabular es de  $X^2$  (0,05, 1) = 3,8416, que luego fue comparado con el ji cuadrado experimental para aceptar o rechazar la hipótesis nula.

El valor alcanzado de 14,60 por la ji cuadrada experimental es superior al valor tabular (3,8416), lo que permite que la hipótesis nula sea rechazada a un nivel de significancia del 5%, por lo que se concluye que la contaminación por residuos sólidos en la zona costera afecta significativamente la bioecología de los organismos que habitan en las playas y espigones de San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos.

**Palabras claves:** bioecología, organismos, contaminación, residuos sólidos

TEMA:  
MEDIDAS SANITARIAS EN  
ACUICULTURA

## AISLAMIENTO DE *Vibrio alginolyticus* ASOCIADO A MORTALIDADES LARVARIAS MASIVAS DE *Argopecten purpuratus*

Smith C.\*, Balboa S.\*\*, Mendoza G.\*, Shiva C.\*, Romalde J.\*\*

Se realizó un estudio de la diversidad de especies del género *Vibrio* asociada a mortalidades larvarias masivas en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) criadas en *hatchery*. Las muestras fueron tomadas en 4 desoves no controlados de concha de abanico en un *hatchery*, tanto en individuos en el fondo del tanque de cultivo como suspendidos en la columna de agua, a 72 horas posteriores al desove a 19 °C. Se transportaron las muestras a 5 ± 2 °C a los laboratorios de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), donde se incubaron a 20 °C en los medios de agar marino (AM) y tiosulfato citrato bilis sacarosa (TCBS). Tras la caracterización morfológica, fueron enfrentados los aislados con el agente vibriostático 0/129. Los aislados se caracterizaron bioquímicamente utilizando el sistema comercial miniaturizado API® 20E. Se identificó al *Vibrio alginolyticus* asociado a eventos de mortalidades larvales masivas; además, se observaron signos clínicos en las larvas afectadas como ciliostasis, necrosis de cilios, fractura valvar, nado errático, *swarming* y posterior muerte de las mismas. La presencia de este patógeno, al igual que en sistemas de cultivo controlado de concha de abanico en Chile, es causante de importantes pérdidas en cultivos de *Argopecten purpuratus*.

**Palabras clave:** *Argopecten purpuratus*, mortalidades, *Vibrio alginolyticus*

\* Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\* Centro de Investigación de Biología, Universidad de Santiago de Compostela. La Coruña, España.

## AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE *Salmonella* Spp. EN SEIS AMBIENTES ACUÁTICOS DE LA BAHÍA DE SECHURA, PIURA

Alejos I\*, Shiva C\*\*  
Correspondencia: [ines.alejos@upch.pe](mailto:ines.alejos@upch.pe)

El presente estudio busca aislar y caracterizar *Salmonella* spp., enterobacteria patógena de importancia en salud pública, en seis ambientes marinos cercanos a sitios de producción de moluscos bivalvos, los cuales pueden acumular dicho agente, y llegar a consumo humano. Se tomaron muestras de agua (1 L) cada quince días por un periodo de diez meses. Se filtraron 500 ml a través de membranas de 0,45 µm que, después, se colocaron en agua peptonada y se incubaron a 37 °C durante 24 horas. Luego, una parte de esta se colocó en medios de enriquecimiento selectivo (caldo selenito-cistina y tetratónato), incubándolos por 48 horas a 37 °C. Posteriormente, se tomó una alícuota de cada uno de los medios de enriquecimiento selectivo y se sembró en medios de cultivo selectivos (XLD y verde brillante), incubándose a 37 °C por 24 horas. Las cepas presuntivas se evaluaron mediante pruebas bioquímicas utilizando galerías API® 20E, confirmándose seis cepas. *Salmonella* spp. está presente en ambientes marinos cercanos al cultivo de moluscos bivalvos en la bahía de Sechura; a pesar de no ser identificada en evaluaciones de calidad de agua de rutina, el hallazgo tiene importancia en salud pública, ya que puede llegar a través del consumo de productos hidrobiológicos.

**Palabras clave:** *salmonella*, Sechura, cultivo, moluscos, bivalvos

\* Becario Fondecyt-Cienciactiva. Maestría en Sanidad Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\* Docente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

## ESTUDIO HISTOPATOLÓGICO EN CONCHAS DE ABANICO EN CENTROS DE CULTIVO DE ÁNCASH, PERÚ

Valera A.\*, Serrano-Martínez E.\*\*, Llanco A. L.\*\*, Sandoval Ch. N.\*\*\*, Lhormann K.\*\*\*\*  
Correspondencia: adhemir.valera.a@upch.pe

La acuicultura en el Perú se ha incrementado un 20% durante los últimos años y, dentro de esta actividad, destaca la producción de concha de abanico (Produce, 2016). En nuestro país se conoce poco acerca de los parásitos y las lesiones histológicas que presenta la concha de abanico, pese a que cualquier enfermedad podría poner en peligro esta producción acuícola de importancia comercial para el país. El objetivo del presente estudio fue evaluar mediante histología los órganos de las conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) y describir las diversas lesiones encontradas. Durante el verano de 2017, se colectaron 30 conchas de abanico, procedentes de una concesionaria ubicada en Áncash. Los tejidos fueron conservados en líquido de Davidson (OIE, 2016) y procesados por el método convencional histológico para tejidos fijados (Shaw y Battle, 1957). Todas las muestras fueron evaluadas mediante microscopía y las lesiones se fotografiaron mediante el software Leica Microsystems para luego ser comparadas con las descritas en Chile por Lhormann (2009). Se encontraron concreciones en los nefridios (40%; 12/30), ooquistes de *Nematopsis* sp. (90%; 27/30), organismo tipo ricketsiales (20%; 6/30) e infiltración hemocítica en branquias (20%; 6/30). Finalmente, se concluyó que las conchas de abanico procedentes de Áncash presentan diversas lesiones en órganos como intestinos, branquias y nefridios.

**Palabras clave:** histopatología, concha abanico, parásitos, histología

\* Becario Fondecyt-Cienciactiva. Maestría en Sanidad Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\* Docente investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\*\* Docente de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

\*\*\*\* Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte. Antofagasta, Chile.

## ESTUDIO DEL PERFIL HEMATOLÓGICO Y BIOQUÍMICO EN GAMITANA (*Colossoma macropomum*) Y SU VARIACIÓN FRENTE A INFECCIONES PARASITARIAS

Minaya A. P.\*, Serrano-Martínez E.\*\*

El objetivo del estudio fue evaluar el perfil hematológico y bioquímico de la gamitana (*Colossoma macropomum*) de la Amazonía peruana y su variación frente a infecciones parasitarias por tremátodos, copépodos o protozoos. Se colectaron 30 muestras de sangre de gamitanas provenientes de criaderos ubicados en la carretera Iquitos-Nauta, se colocaron en tubos con heparina de litio y se realizó el frotis para cada muestra, la cual se fijó con metanol. Los peces se eutanasiaron con metanosalfonato de tricaina y desp.ués se colectaron las branquias en envases plástico con formal. Se realizó la hematología manualmente, mediante el método de cianometahemoglobina, microhematocrito, recuento de eritrocitos y leucocitos, utilizando el dilutor Natt-Herrick y el diferencial de leucocitos con tinción Giemsa. Los índices hematimétricos se calcularon usando fórmulas ya validadas. Para el análisis bioquímico se usó la máquina automatizada Abaxis VetScan VS2 junto con rotores de perfil ave/reptil para 12 analitos. El análisis parasitológico de branquias aún se está procesando. Los resultados obtenidos hasta ahora muestran un recuento eritrocitario bajo y leucocitario variado, así como valores de hemoglobina y hematocrito dentro del rango aparentemente normal, comparado con otros estudios. El perfil bioquímico mostró un valor elevado de la enzima CPK.

**Palabras clave:** parásitos, sanidad acuícola, Amazonía peruana, acuicultura

\* Becario Fondecyt-Cienciactiva. Maestría en Sanidad Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\* Docente investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

## PARÁSITOS MONOGÉNEOS EN ALEVINOS DE GAMITANA (*Colossoma macropomum*) Y PACO (*Piaractus brachypomus*) DE LOS CENTROS DE CULTIVO DE LA COMUNIDAD DE BELLO HORIZONTE, TARAPOTO, PERÚ

Cabrera M, A.\* \*\*, Gómez K.G.\*\*, Del Águila E.\*\*\*, Pizango G.\*\*

El presente estudio tuvo como objetivo identificar parásitos monogéneos presentes en alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) y paco (*Piaractus brachypomus*) procedentes de cultivos, durante los meses de enero a marzo de 2013, dentro de la comunidad de Bello Horizonte, en el departamento y provincia de San Martín, distrito de La Banda de Shilcayo, Tarapoto, Perú. Para el estudio se contó con 40 especímenes, 20 por cada especie de pez. Los especímenes de gamitana y paco fueron obtenidos semanalmente de los centros de cultivo, la selección de muestra se realizó al azar mediante la técnica de redeo. Se colocó los peces en bolsas plásticas para ser transportadas al laboratorio del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP-San Martín), donde se llevaron a cabo la necropsia y los análisis correspondientes. Para el análisis cuantitativo de los monogéneos encontrados, se utilizaron los índices parasitarios. Solo se encontró la presencia de monogéneos a nivel de branquias. En la especie gamitana, se registró una prevalencia del 100% (20/20) de *Anacanthorhynchus* sp. y en paco, un 30% (6/20) de *Mymarotecium* sp. Se halló mayor cantidad de monogéneos en los arcos branquiales I y II.

**Palabras clave:** acuicultura, sanidad acuícola, paco, gamitana

\* Becario Fondecyt-Cienciactiva. Maestría Sanidad Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\* Laboratorio de Hidrobiología, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.

\*\*\* Programa de Investigación para el uso y conservación del agua y sus recursos (Aquarec), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

# EXPORTACIONES PERUANAS DE PESCA Y ACUICULTURA RECHAZADAS POR INCUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES SANITARIOS Y FITOSANITARIOS DE LOS ESTADOS UNIDOS Y ESPAÑA 2010-2016

Quispe G. C.\*, Falcón P. N.\*\*  
Correspondencia: claudia.quispe.g@upch.pe

El objetivo del presente trabajo es determinar las principales causas del rechazo de exportaciones de productos de pesca y acuicultura, por incumplimiento de estándares sanitarios y fitosanitarios durante el periodo 2010-2016. Se realizó una revisión de los reportes de exportaciones pesqueras y productos de la acuicultura que se encuentran registrados en la página web INTrade-BID (Banco Interamericano de Desarrollo) como rechazados. Se recopilaron 221 notificaciones de rechazo para el periodo de estudio. El 80,5% fueron rechazados por condición higiénica (material sucio o en descomposición) y controles deficientes en la cadena de frío. El 9,5% fue rechazado por presencia bacteriana en el producto, mientras que el 1,8 % lo fue por adulteración del producto y falta de documentación: las empresas no estuvieron registradas en el FDA (Food and Drug Administration) y el fabricante no ofreció información sobre el proceso de producción de alimentos de baja acidez. Las causas, entre otras, fueron el etiquetado defectuoso, la presencia de medicamentos veterinarios, las deficiencias en el embalaje y la presencia de metales pesados. Las condiciones higiénicas, que incluyen principalmente el manejo de la cadena de frío, fueron la principal causa de rechazo de exportaciones peruanas, por lo que representan un punto crítico en el proceso de exportación que debe ser atendido con urgencia por las empresas.

**Palabras clave:** exportaciones, acuicultura, estándares sanitarios, fitosanitarios

\* Becario Fondecyt-Cienciactiva. Maestría en Sanidad Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\* Docente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

# IDENTIFICACIÓN DE MICROALGAS TÓXICAS DEL GÉNERO *Pseudo nitzschia* PRODUCTORA DE ÁCIDO DOMOICO (AD), VENENO AMNÉSICO EN MOLUSCOS (ASP), EN LA BAHÍA DE SAMANCO, ÁNCASH

Villegas, R. R.\*, Hung C.A.\*\*, Mora C. M.\*\*\*  
Correspondencia: rosa.villegas.r@upch.pe

El estudio del fitoplancton tóxico es fundamental debido a las consecuencias severas que ha originado, lo que ha obligado a los países realizar monitoreos constantes. Diversas especies de microalgas del género *Pseudo-nitzschia* han sido reportadas como potencialmente tóxicas y responsables de producir ácido domoico (AD), el que puede ser acumulado por organismos filtradores de gran interés comercial. La ingesta de organismos contaminados con AD puede afectar la salud humana, de las especies marinas y la economía mundial. En el Perú, no existen registros de toxicidad, aun cuando se han reportado altas concentraciones de microalgas de este género, lo que ha originado controversias en el sector acuícola. Con el objetivo de detectar AD en altas concentraciones de *Pseudo-nitzschia*, se recolectaron muestras de fitoplancton en la bahía de Samanco, Áncash, a principios del mes de febrero 2017. Para la recolección de las muestras se empleó el método descrito por el Imarpe (2010) y las muestras fueron analizadas empleando un microscopio óptico invertido; asimismo, la identificación de las microalgas se realizó usando claves taxonómicas y data recopilada. Se logró identificar a *Pseudo-nitzschia* grupo *seriata*, la cual está descrita como potencialmente tóxica. Esto induce a realizar estudios de análisis de riesgo para prevenir posibles eventos tóxicos en nuestro país.

**Palabras clave:** fitoplancton, *Pseudo-nitzschia*, ácido domoico

\* Becario Fondecyt- Cienciactiva. Maestría Especializada en Sanidad Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\* Docente investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\*\* Investigadora en el área de Biología Molecular de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

## CARACTERIZACIÓN ULTRAESTRUCTURAL DEL NEMATODO *Procamallanus inopinatus* EN SÁBALO COLA ROJA (*Brycon cephalus*), EN IQUITOS, PERÚ

Rivadeneyra N.\*, Serrano-Martínez M.\*\*, Llanco L.\*\*, Mathews D. P.\*\*\*

Correspondencia: norma.rivadeneyra.s@upch.pe

Cuando los peces viven en condiciones desfavorables, su sistema inmune se ve afectado y se vuelven susceptibles a la invasión de parásitos, que pueden ocasionar pérdidas económicas importantes. El nematodo *Procamallanus inopinatus* es frecuentemente encontrado en el tracto intestinal de *Brycon cephalus* (sábalo cola roja), lo que representa un grave problema para la producción y comercialización del pez. Sin embargo, los estudios sobre esta parasitosis son escasos y no brindan la información suficiente para ofrecer soluciones. El objetivo del trabajo fue caracterizar estructuralmente al nematodo *P. inopinatus* en *B. cephalus*, procedente de zonas aledañas al río Amazonas de Iquitos, en los meses de diciembre de 2016 a febrero de 2017. Se analizaron 32 ejemplares del pez y los parásitos presentes en los órganos gastrointestinales se colectaron y conservaron en alcohol y glutaraldehído. Luego, fueron deshidratadas en etanol, metalizadas y observadas en un microscopio electrónico de barrido. Este estudio proporciona imágenes ultraestructurales del nematodo que permiten entender el vínculo con su hospedero. Se observa una cápsula bucal provista de dientes con los que se adhiere a las paredes del tracto intestinal, por el cual se alimenta, lo que puede ocasionar lesiones y daños al pez. Esta investigación aporta conocimientos que podrán servir al diagnóstico y control de infestaciones parasitarias

**Palabras clave:** microscopía, sanidad acuícola, ictioparasitología, parasitosis

\* Becario Fondecyt-Cienciactiva. Maestría en Sanidad Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\* Docente investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\*\* Investigador del Departamento de Ciências Biomédicas. Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, Brasil.

TEMA:  
CULTIVOS ACUÍCOLAS TROPICALES

## PRODUCCIÓN DE ALEVINES DE *Astronotus ocellatus* “PEZ ÓSCAR” EN SISTEMA CERRADO, TRUJILLO, PERÚ

Vela A. K. A.\* , Zafra T. A. M.\*  
Correspondencia: krissvelaalva@gmail.com

Se investigó la producción de alevines de *Astronotus ocellatus* “pez óscar” en un sistema cerrado de la Universidad Nacional de Trujillo y Aquavela SAC, de diciembre de 2016 a febrero de 2017. Se utilizaron para la experimentación cuatro reproductores de *A. ocellatus* de tres años, de las variedades albino y cobre, a quienes se les acondicionó en acuarios de 217 y 171 L, con filtración biomecánica y líneas de aire. Se determinó el número de huevos, el de alevines y la supervivencia de estos. Se alimentó a los reproductores de *A. ocellatus* con alimento vivo con una tasa de alimentación de 3,55% a 5,32%, y con una proporción sexual de 1:1. Se obtuvieron, en promedio, 2396 huevos de *A. ocellatus* variedad albino, con una mortalidad de 10,75%, y 2256 de la variedad cobre, con una mortalidad de 11,58%. La producción de alevines de pez óscar albino fue de 2139 y la de la variedad cobre, de 1990, con una supervivencia del 99,48% y 99,35%, respectivamente. Se concluye que la producción total de alevines de *A. ocellatus* en el periodo de investigación fue de 22 787.

**Palabras clave:** producción, alevines, *Astronotus ocellatus* albino, cobre

\* Escuela Académico Profesional de Pesquería, Departamento Académico de Pesquería de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

## CARACTERIZACIÓN ULTRAESTRUCTURAL DE *Rondonia rondoni* EN PACO (*Piaractus brachypomus*) DE IQUITOS

Cuadros C. M.\*, Serrano-Martínez E.\*\*, Llanco L.\*\*, Mathews D. P.\*\*\*

Diversos parásitos de peces de agua dulce son causantes de importantes parasitosis, que provocan mortalidades que significan grandes pérdidas económicas para las piscigranjas de todas partes del mundo. El nematodo *Rondonia rondoni* es comúnmente encontrado en el tracto intestinal de peces amazónicos, como el paco (*Piaractus brachypomus*). Sin embargo, a pesar del impacto negativo en la producción de esta especie, en nuestro país son pocos los estudios relacionados con la parasitosis en peces amazónicos tanto de cultivo como de medio natural. El objetivo de esta investigación es caracterizar al nematodo *R. rondoni* a nivel morfológico, al obtenerlo de individuos de paco capturados en las cuencas del río Amazonas, en la localidad de Iquitos, durante enero de 2017. Se colectaron los parásitos presentes en los órganos gastrointestinales y fueron conservados en glutaraldehído. Seguidamente, las muestras se deshidrataron en etanol y pasaron por un proceso de metalización antes de ser visualizadas en un microscopio electrónico de barrido (SEM). Los resultados proporcionan imágenes ultraestructurales de *R. rondoni*, que permiten comprender mejor la relación que tiene con su hospedero y la manifestación de lesiones asociadas a su presencia. El presente estudio es el primero que plantea la caracterización morfológica ultraestructural del nematodo en nuestro país.

**Palabras clave:** ictioparasitología, *Piaractus brachypomus*, sanidad acuícola, microscopía de barrido

\* Becario Fondecyt-Cienciactiva. Maestría en Sanidad Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\* Docente investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\*\* Investigador Departamento de Ciências Biomédicas de la Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, Brasil.

## EVALUACIÓN DE DIETAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Arthrospira platensis* “ESPIRULINA” SOBRE EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE POSTLARVAS DE *Cyprinus carpio* “CARPA”

Francia J.C.\* , Baltazar P.\* , Acuache A.\*  
Correspondencia: jfrancia@cientifica.edu.pe

El propósito del trabajo fue evaluar el efecto de 2 dietas con *A. platensis* a 6 y 36%, sobre el crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de *C. carpio* por 30 días. Se emplearon 180 individuos de 16 dpe ( $12.30 \pm 4.85$  mg,  $11.18 \pm 0.82$  mm), estos fueron sembrados a 15 ejemplares/10L, alimentados con 3 dietas: C (Control, 45%proteína), D<sub>1</sub> (6%espirulina, 44%proteína), D<sub>2</sub> (36%espirulina, 48%proteína), 3 veces/día, a ración del 20% de su biomasa. Los parámetros abióticos estuvieron dentro de los recomendado para carpa ( $26.00 \pm 0.10$  °C,  $6.00 \pm 1.00$  mg/L O<sub>2</sub>,  $7.20 \pm 0.10$  de pH,  $0.05 \pm 0.05$  de NH3/NH4). Se aplicó un test de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (Levene), y para determinar diferencias ( $P < 0.05$ ) entre las dietas se empleó ANOVA, y test de Tukey. La dieta D2 presentó mayores valores ( $P < 0.05$ ) de talla ( $15.55 \pm 1.59$  mm), peso ( $55.97 \pm 22.41$  mg), ganancia de peso ( $43.80 \pm 5.17$  mg), tasa de crecimiento específico ( $5.13 \pm 0.30$  %/día) e índice de condición ( $1.49 \pm 0.14$ ), seguido de la dieta C ( $14.59 \pm 1.93$  mm,  $41.55 \pm 17.23$  mg,  $29.40 \pm 8.73$  mg,  $4.00 \pm 0.67$  %/día,  $1.33 \pm 0.16$ ), y D1 ( $12.84 \pm 1.53$  mm,  $25.02 \pm 9.69$  mg,  $12.41 \pm 0.63$  mg,  $2.29 \pm 0.09$  %/día,  $1.17 \pm 0.13$ ). La sobrevivencia fue mayor para D2 =  $98.22 \pm 8.44\%$ , en comparación con D1 =  $93.33 \pm 9.43\%$  y C =  $85.00 \pm 6.38\%$ . *A. platensis* presenta una composición rica en vitaminas y minerales que permiten una mayor asimilación y absorción del alimento, y fortalecimiento del sistema inmunológico de los organismos; lo cual se relaciona con el mayor crecimiento y sobrevivencia en la dieta D2

**Palabras claves:** Nutrición, Cyprinidae, *Arthrospira*, crecimiento, dietas

\* Escuela de Biología Marina, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

# REEMPLAZO DEL ALIMENTO BALANCEADO COMERCIAL POR TRES HARINAS: *Coccus nucifera* “COCO”, *Amaranthus caudatus* “KIWICHA” Y *Arthrospira platensis* “ESPIRULINA”, SOBRE EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE POSTLARVAS DE *Cyprinus carpio* “CARPA”

Baltazar P.\*, Francia J. C.\*., Cabrera A.\*., Ríos L.\*  
Correspondencia: pbaltazar@cientifica.edu.pe

El trabajo tuvo como objetivo analizar el efecto del reemplazo del alimento balanceado (D0, 45% proteína) por tres harinas: *C. nucifera* (D1, 5,6% proteína), *A. caudatus* (D2, 13,97% proteína) y *A. platensis* (D3, 56,04% proteína), a un nivel del 50%, sobre el crecimiento y sobrevivencia de post larvas de *C. carpio*. Se cultivaron 180 organismos de 16 dpe ( $8,32 \pm 2,12$  mg,  $11,65 \pm 0,66$  mm) con una densidad de 15 ejemplares/10 L, por 30 días. Las dietas D0, D1, D2 y D3 fueron suministradas 3 veces al día, con una tasa de alimentación del 25% del peso corporal. Los parámetros abióticos estuvieron dentro de los recomendados para el manejo de carpa ( $25,50 \pm 0,10$  °C,  $6,50 \pm 1,00$  mg/LO<sub>2</sub>,  $7,20 \pm 0,01$  pH,  $0,01 \pm 0,05$  NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>). Se aplicó un test de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (Levene), y para determinar diferencias ( $P < 0,05$ ) entre las dietas se empleó Anova y test de Tukey. Los resultados de peso final (mg) fueron menores ( $P < 0,05$ ) para la dieta D1 ( $20,03 \pm 7,60$  mg) en comparación con D3 ( $25,35 \pm 7,34$  mg). Para la longitud final (mm), ganancia de peso (mg), tasa de crecimiento específico (%/día) y sobrevivencia (%), no se encontraron diferencias entre los tratamientos (D0, D1, D2 y D3), pero los mayores valores fueron para D3 ( $11,88 \pm 0,85$  mm,  $17,48 \pm 1,33$  mg,  $3,91 \pm 1,17\%/\text{día}$  y  $97,78 \pm 3,85\%$ ). Se concluye que la harina de *A. platensis* puede reemplazar un 50% del alimento balanceado sin afectar el crecimiento y sobrevivencia de *C. carpio*, y que la harina de *A. caudatus* podría ser otro insumo a tener en cuenta para la elaboración de dietas destinadas a peces omnívoros como la carpa.

**Palabras clave:** dieta, Cyprinidae, *Coccus*, *Amaranthus*, *Arthrospira*

\* Escuela de Biología Marina, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

# PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE *Plecostomus* sp. Y *Chaetostomus* sp. EN LAS COMUNIDADES NATIVAS DE LOS DISTRITOS DE HUARANGO Y SAN JOSÉ DE LOURDES, PROVINCIA DE SAN IGNACIO

Fernández CH. R.\*, Baltazar P.\*\*, Salas P.Y.\*\*\*  
Correspondencia: rose\_chumbe@hotmail.com

El objetivo del presente trabajo es proporcionar información sobre las características biológicas, alimenticias y pesqueras de las principales especies de Loricariidae de mayor consumo en las comunidades nativas de la provincia de San Ignacio. Estas son conocidas como cashga, cazón y getona, aunque cabe indicar que en otras localidades se les conoce con el nombre de carachama o armado, que significa “pez sin costillas”, debido a la falta de estas a partir de sexta vértebra central.

El trabajo se realizó en las comunidades nativas de Rumichina, Naranjo, Sapayacu y Yamakey, localizadas en los distritos de Huarango y San José de Lourdes, provincia de San Ignacio.

En estas comunidades, la denominación genérica cashga es dada a las especies *Plecostomus* sp. y *Chaetostomus* sp. La primera, que habita en aguas tranquilas, tiene cuerpo aplanado y con un par de barbillones, recubierto de placas óseas casi en su totalidad, excepto en algunas zonas de la aleta caudal y dorsal. La segunda, que habita en aguas con corrientes moderadas y lecho de piedras, presenta una boca relativamente grande y ojos pequeños, vientre no acorazado y boca ancha sin bigote. Ambas especies tienen hábitos alimenticos nocturnos y omnívoros, y se desarrollan bien entre los 23 °C y los 27 °C.

Para la captura de estas especies se emplea principalmente el barbasco, denominado también timo por las comunidades aguarunas, y cuyo uso es indiscriminado en todos los cuerpos de agua que rodean a estas comunidades. La falta de un ordenamiento pesquero y costumbres ancestrales en su extracción está amenazando la existencia de este valioso recurso ictiológico, por lo urge que implementar medidas correctivas, en coordinación con las mismas comunidades.

**Palabras clave:** cashga, omnívoro, barbasco, Loricariidae, pesquería

\* Investigadora del grupo de genética, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

\*\* Escuela de Biología Marina, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas de la Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

\*\*\* Dirección Regional de la Producción Cajamarca.

## PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE *Pterophyllum scalare* “PEZ ÁNGEL” EN SISTEMA CERRADO, TRUJILLO, PERÚ

Zafra T.A.\* , Vela A. K.\*\*  
Correspondencia: azafra@unitru.edu.pe

Se investigó la producción de semilla de *Pterophyllum scalare* en un sistema cerrado de julio a diciembre de 2014, realizado en el laboratorio de Maricultura de la Universidad Nacional de Trujillo. Se experimentó con tres parejas reproductoras de escalares, las cuales se acondicionaron en acuarios de 80 y 140 L para obtener las puestas y el número de huevos hasta el desarrollo de larva. La semilla fue puesta en tanques de 0,5 m<sup>3</sup> para determinar su porcentaje y realizar la crianza considerando la mortalidad. La frecuencia reproductiva por pareja de escalares varió entre 8 y 13 puestas, y el rango del número de huevos por puesta fue de 450 y 2718. El aporte de semilla de *P. scalare* fue del 30 % y se logró a los 15 días, con una sobrevivencia en la crianza del 100%, a una temperatura promedio de 26,8 °C, pH de 7,64 y oxígeno de 5 mg/L<sup>-1</sup>. Se concluye que la producción de semilla promedio de *P. scalare* fue de 3,49 millares por pareja reproductiva en sistema cerrado.

**Palabras clave:** producción de semilla, *Pterophyllum scalare*, pez ángel

\* Departamento de Pesquería de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

\*\* Escuela Académica Profesional de Pesquería de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

## REPRODUCCIÓN Y APORTE DE CRÍAS DE *Carassius auratus* “GOLDFISH” CON DIFERENTE ALIMENTO EN SISTEMA CERRADO, TRUJILLO, PERÚ

Zafra T. A.\* , Vela A. K.\*\*  
Correspondencia: azafra@unitru.edu.pe

Se investigó la reproducción y el aporte de crías de *Carassius auratus* (goldfish) con diferente alimento en sistema cerrado, en el laboratorio de Acuicultura de la Universidad Nacional de Trujillo y en PezVela Centro de peces Ornamentales de Trujillo, de julio a diciembre de 2015. Se experimentó con cinco reproductores maduros sexualmente, los cuales se acondicionaron en acuarios de 140 L, con líneas de aire, luz y filtros mecánico-biológicos para analizar número de puestas, frecuencia, fecundidad, tiempo de eclosión de huevos, número de crías y supervivencia. A los reproductores se les alimentó con alimento vivo y tipo escamas a una tasa del 2%, y a las crías con el 100% de nauplios de *Artemia franciscana*. Se concluye que la reproducción de *C. auratus* (goldfish) entre los machos Yamagata 1, Yamagata 2 y Oranda, con la hembra Redcap, alimentados con 70% de *Tubifex tubifex* y 30% de Nutrafin Max en escamas tuvo como resultado tres eventos reproductivos de agosto a octubre 2015, con una puesta de huevos y un aporte de crías promedio de 5000 y 3750, respectivamente.

**Palabras clave:** reproducción, crías, *Carassius auratus*, goldfish

\* Departamento de Pesquería de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

\*\* Escuela Académica Profesional de Pesquería de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

TEMA:  
CULTIVOS ACUÍCOLAS EN AGUAS  
FRÍAS

## MORTALIDAD DE TRUCHAS ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN PISCIGRANJAS DEL LAGO TITICACA, PUNO, PERÚ

Montesinos J.A.\*, Falcón N.G.\*\*

Correspondencia: jeansen.montesinos.l@upch.pe

Cuantificar la mortalidad de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en piscigranjas del lago Titicaca (Puno, Perú). Entre febrero y marzo de 2017 se encuestó a 90 productores del lago Titicaca para determinar la importancia económica de la truchicultura, el número de peces muertos diariamente y su distribución a lo largo del año. El 44% de encuestados indicó que la truchicultura representaba la única fuente de ingresos familiar. Para los que diversificaban su ingreso (n = 47), el 74,5% indicó que esta actividad representaba el 50% o más de sus ingresos. El 50% mencionó que la cantidad de alevines muertos por día era menor a 146 especímenes; un 34,5%, entre 147 y 934, y un 15,5%, más de 934. En el caso de los juveniles, el 64,3% mencionó que los peces muertos eran menos de 60; el 23,2%, entre 61 y 273, y el 12,5%, más de 273. Para adultos muertos por día, el 75,6% mencionó que era menor de 28; el 11,1%, entre 29 y 98, y 13.3%, más de 98. Los meses en los que se registró mayor mortalidad fueron de enero a marzo, comportamiento que se mantuvo en las tres edades productivas. La mortalidad de truchas requiere atención técnica a fin de mitigar su impacto económico sobre la economía familiar de los productores.

**Palabras clave:** fuente de ingreso, mortalidad, truchicultura, lago Titicaca

\* Becario Fondecyt-Cienciactiva. Maestría en Sanidad Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\* Docente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\*\* Dirección Regional de la Producción Cajamarca.

## IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN ULTRAESTRUCTURAL DE *Diplostomum* sp. EN *Orestias luteus* DEL LAGO TITICACA, PUNO, PERÚ

Serrano-Martínez E.\*, Montesinos L.J.\*\*, Tantaleán V. M.\*\*\*, Casas V. G.\*\*\*\*

Se realizó un estudio para determinar la presencia de agentes parasitarios en una especie nativa de peces del lago Titicaca en Puno, Perú. Un total de 15 adultos de *Orestias luteus* procedentes del lago Titicaca fueron muestreados y analizados en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Las muestras fueron sometidas a necropsia y los tejidos con formas parasitarias fueron procesados para histología. Los parásitos hallados fueron identificados mediante microscopía de luz, tinción con carmín acético de Semichón y estudio mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). De los 15 peces analizados, se identificaron mesocercarias en el 100% (15/15), las cuales se encontraban alojadas en la cavidad del neurocráneo, cerebro y cerebelo, con un promedio de 40 por pez. El corte histopatológico de cerebro determinó leve hemorragia e infiltración linfocítica, con la presencia de mesocercarias; mientras que la identificación del parásito, posterior a la tinción, confirmó que la especie encontrada fue *Diplostomum* sp. La MEB reveló hileras transversales de “papilas” que identificamos como bases de soporte de espinas que provendrían de la cercaria. El presente estudio ratifica la presencia de formas parasitarias de *Diplostomum* sp. en *Orestias luteus* del lago Titicaca, especie parasitaria que, aunque a la fecha no represente una especie de interés zoonótico, debería ser considerada en los procedimientos de manipulación de los peces que son expedidos al público, en materia de inocuidad y calidad.

**Palabras claves:** sanidad acuícola, *Diplostomum*, parasitosis, *Orestias luteus*

\* Docente investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\* Becario Fondecyt-Cienciactiva. Maestría en Sanidad Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

\*\*\* Docente emérito de la Facultad de Biología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

\*\*\*\* Práctica privada.

## INNOVACIONES EN LA OBTENCIÓN DE OVAS EMBRIONADAS DE “PEJERREY” *Odontesthes* *bonariensis* EN LA REGIÓN CUSCO

Mora S. C.\*  
Correspondencia: c\_mora\_s@hotmail.com

La Dirección Regional de Producción del Cusco, desde 1980, viene desarrollando la piscicultura extensiva de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), mediante la población y repoblación de numerosos cuerpos de agua de tipo lético con ovas embrionadas obtenidas mediante la reproducción asistida, primigeniamente mediante métodos tradicionales cuyas producciones no sobrepasaban el 25% de ovas fecundadas.

El objetivo fue elevar el porcentaje de ovas embrionadas y para ello se aplicaron diversos métodos en las diferentes pruebas y mejoras en técnicas. La innovación estuvo circunscrita al proceso de inseminación, con cada vez menor necesidad de reproductores (no se tomó en cuenta la relación de reproductores), cambio de método de fertilización, separación de filamentos de las ovas, incubación con solución salina, menor utilización de agua en el proceso de incubación, incubación libre para la eliminación de ovas muertas y suspensión de medidas curativas y profilácticas de compuestos químicos antimicóticos.

Como resultado se obtuvo hasta un 93% de ovas embrionadas, con un promedio en el último año de trabajo del 87%, lo que permite concluir que las medidas adoptadas fueron las adecuadas para el objetivo propuesto.

**Palabras clave:** inseminación asistida, ovas embrionadas, innovación

\* Dirección Regional de Producción Cusco. Cusco, Perú.

TEMA:  
CULTIVOS MARINOS

# EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA DENSIDAD DE CARGA (KG/M<sup>2</sup>) EN LA TASA DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE JUVENILES DE LENGUADO (*Paralichthys adspersus*) EN EL CENTRO DE ACUICULTURA MORRO SAMA, FONDEPES

Contreras Mamani, Z.\*  
Correspondencia: czumilda@gmail.com

El presente trabajo experimental tiene el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de carga en la tasa de crecimiento de juveniles de lenguado (*Paralichthys adspersus*). Para este propósito, se ha implementado un diseño experimental de tres tratamientos, con densidades de carga de 3, 6 y 9 kg/m<sup>2</sup>, con tres repeticiones por tratamiento, y se ha evaluado por un periodo de 3 meses. Con relación a los resultados de la tasa de crecimiento de juveniles de lenguado, se obtuvo que los tratamientos (T3) y (T2), 9 kg/m<sup>2</sup> y 6 kg/m<sup>2</sup>, presentaron mayor tasa específica de crecimiento en talla y peso con respecto al tratamiento (T1), que presentó 3 kg/m<sup>2</sup>. Con respecto a los resultados de la tasa de supervivencia, los tratamientos 3 kg/m<sup>2</sup> y 6 kg/m<sup>2</sup> obtuvieron una tasa de supervivencia de 100%, mientras que el tratamiento 9 kg/m<sup>2</sup> obtuvo un 92,6%. En el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia P < 0,05 para la tasa específica de crecimiento para talla y peso, existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con la prueba de significación Duncan. También se determinó que los tratamientos 9 kg/m<sup>2</sup> y 6 kg/m<sup>2</sup> obtuvieron similares resultados que el tratamiento 3 kg/m<sup>2</sup>. La densidad de carga con mayor tasa de crecimiento en el cultivo de juveniles de lenguado fue de 9 kg/m<sup>2</sup> y 6 kg/m<sup>2</sup>. Los tratamientos 3 kg/m<sup>2</sup> y 6 kg/m<sup>2</sup> presentaron una sobrevivencia de 100%; sin embargo, el de 9 kg/m<sup>2</sup> presentó una menor, con 92,6%.

## Prueba múltiple de Duncan para tasa específica de crecimiento en talla por densidad de carga

TRATAMIENTO	DENSIDAD (kg/M <sup>2</sup> )	MEDIA	SIGNIFICANCIA
T3	9kg/m <sup>2</sup>	0,0515415	a
T2	6kg/m <sup>2</sup>	0,0401765	ab
T1	3kg/m <sup>2</sup>	0,0296618	b

**Palabras clave:** densidad, *Paralichthys adspersus*, juveniles

\* Centro de Acuicultura Morro Sama, Fondepes, Tacna, Perú.

# ALGUNOS ASPECTOS Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE CULTIVO DE PECES MARINOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA: CORVINA (*Cilus gilberti*) Y CHITA (*Anisotremus scapularis*) EN LA REGIÓN TACNA

Pepe, R.\*, Chili, V.\*\*, Espinoza L.\*\*\*  
Correspondencia: laer54@hotmail.com

El objetivo del presente trabajo es presentar algunos avances del Proyecto de investigación y desarrollo de las tecnologías de cultivo de peces marinos de importancia económica: corvina (*Cilusgilberti*) y chita (*Anisotremusscapularis*) en la región Tacna, que se desarrolla en el Centro de Acuicultura Morro Sama de Fondepes. Durante el mes de marzo de 2016, se capturó a 11 reproductores de sargo (*Anisotremus scapularis*) que fueron acondicionados en estanque de 4 m de diámetro y 0,75 m de altura. La alimentación inicial fue a base de alimento natural, *Emerita analoga* y *Engraulis ringens*, y posteriormente se le proporcionó alimento balanceado y se efectuó el registro de los parámetros fisicoquímicos del agua.

En octubre de 2016 se registró el primer desove de chitas acondicionados y se presentaron continuos desoves posteriores. En la etapa de cultivo larvario, la primera experiencia consistió en el cultivo de 1250 larvas en un tanque de 80 litros y en tanques de fibra de vidrio de 1 m<sup>3</sup> para cultivos de 50 000 larvas para la segunda y tercera experiencias, aplicando el sistema de cultivo de “agua verde”. Fueron alimentadas con rotíferos, previamente enriquecidos con selco, y posteriormente con nauplios de *Artemia* sp, previamente enriquecidos también, y luego destetados con alimento inerte Otohime. Los alevines destetados continuaron en desarrollo con alimentación balanceada formulado en el centro de cultivos. Los resultados de los cultivos larvarios fueron la primera experiencia de cultivo con 1250 larvas para ensayos previos de cultivo larvario hasta 46 días de cultivo (mortalidad de 100%). La segunda experiencia fue con 50 000 larvas, de las cuales se obtuvieron 8600 alevines, con una talla promedio de 4 cm, una edad de 60 días y una sobrevivencia del 17,2%. Finalmente, el tercer cultivo larvario, con 50 000 larvas, produjo un aproximado de 9000 alevines con una talla de 3,5 cm, una edad de 60 días y un 18% de sobrevivencia. Actualmente, se continúa los cultivos y se tienen dos grupos de alevines en cultivos avanzados, ubicados en un tanque exterior y en *nursery* para las evaluaciones posteriores de cultivo de cada etapa.

**Palabras clave:** chita, corvina, cultivo, reproductores, alevines, desoves

\* Universidad Arturo Prat. Iquique, Chile.

\*\* Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, Fondepes.

\*\*\* Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.

# EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE TRES PRADERAS DE *Chondracanthus chamussoi* A TRAVÉS DE LA LIBERACIÓN Y ASENTAMIENTO DE CARPOESPORAS SOBRE CUERDAS DE NYLON EN CONDICIONES SEMICONTROLADAS DE LABORATORIO

Castañeda, M.\* & Díaz, F.

Correspondencia: mcastaneda@acuisurperu.com

Con la finalidad de evaluar la capacidad reproductiva de tres praderas de algas rojas *Chondracanthus chamussoi*, en la bahía de Paracas, se extrajeron individuos cistocarpicos de playa Mendieta (PM), playa Puntilla (PP) y playa Punta Pejerrey (PPP) mediante buceo autónomo y trasladados bajo condiciones de frío al laboratorio de esporocultivo de Acuícola Mares del Sur. Las muestras fueron limpiadas cuidadosamente y luego sometidas a estrés fisiológico por desecación durante 4 horas sin exposición al sol. Transcurrido ese tiempo, se colocaron 15 g del material biológico de cada pradera en 9 matraces de vidrio (3 por cada pradera), con 500 ml agua de mar esterilizada, enriquecida con F/2 Guillard modificado, aireación constante e iluminación durante 8 horas. Posteriormente, se procedió a realizar el conteo de esporas por mililitro (esp/ml) en un hematocitómetro y se realizó la comparación en un test de ANOVA. Luego de conocida la densidad de esporas, el contenido de cada matraz fue agregado a baldes con 14,5 litros de agua de mar esterilizada y enriquecida con nutriente comercial Bayfolan<sup>®</sup> (1ml/L). En cada balde se colocaron bastidores cilíndricos de PVC rodeados de cuerdas de nylon de 3/16 pulgadas. Cada sistema (balde, medio de cultivo y bastidor) fue sometido a aireación constante desde el interior del bastidor, iluminación 16:08 (L:O) y una temperatura de  $22,0 \pm 1,5$  °C durante 21 días. Los datos sobre el número de esporas asentadas por centímetro de cuerda (nEA), el diámetro promedio del disco basal (dDB) y el porcentaje promedio de discos con formación de microtalo (%dM) fueron tomados aleatoriamente de cada bastidor, con ayuda de un microscopio, y sometidos a test de normalidad y ANOVA. Se encontró que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la cantidad de esporas liberadas (esp/ml) por biomasa reproductiva en cada pradera (PM:  $1,23 \times 10^4$  esp/ml; PP:  $0,85 \times 10^4$  esp/ml; PPP:  $6,32 \times 10^4$  esp/ml). Los valores de nEA no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en todos los sistemas trabajados; sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los valores dDB (PM:  $750 \pm 35$  µm; PP:  $510 \pm 20$  µm; PPP:  $380 \pm 20$  µm) y en los valores %dM (PM:  $89,5 \pm 5,5\%$ ; PP:  $35,5 \pm 3,5\%$ ; PPP:  $10,5 \pm 0,5\%$ ). El trabajo realizado indica que los individuos reproductivos provenientes de playa Mendieta tienen mejor capacidad reproductiva.

**Palabras clave:** *Chondracanthus chamussoi*, cultivo algas, esporulación, carpoesporas

\* Laboratorio de Esporocultivo. Acuícola Mares del Sur.

## CRIANZA EXPERIMENTAL DE POSTLARVAS DE *Litopenaeus vannamei* A DIFERENTE DENSIDAD EN SISTEMA CERRADO, TRUJILLO, PERÚ

Zafra T.A.\*, Siccha R. M.\*\*, Ugaz A. L.\*\*, Siccha R. C.\*\*, Gonzales V.F.\*,  
Correa La Torre J.\* ,Vela A. K.\*\*\*, Castro A. J.\*\*\*, Castillo G. J.\*\*\*  
Correspondencia: azafra@unitru.edu.pe

Se investigó la crianza experimental de poslarvas de *Litopenaeus vannamei* a diferente densidad en sistema cerrado en Trujillo, Perú. Las densidades fueron de 500 (T1), 1000 (T2) y 1500 (T3) Indv./tanque. La temperatura fluctuó entre 29 y 33 °C, el pH entre 7,4 y 6,9 y la salinidad entre 32 y 34 ppt. Se suministró un promedio de 3,4 kg de alimento Kr1 y crecimiento Nicovita por tratamiento, durante 120 días de crianza en condiciones de recirculación y sistema cerrado. La talla promedio del langostino fue de 12 g en la cosecha. El factor de conversión alimenticia para T1, T2 y T3 fue de 2,27:1, 1,67:1 y 1,78:1, mientras que la eficiencia de conversión alimenticia fue de 44,0%, 59,8% y 56,1% respectivamente. Al final del experimento, las densidades en T1, T2 y T3 de *L. vannamei* fueron de 125, 178 y 157 individuos por tanque. Se concluye que la mayor densidad se obtuvo en el T1, con un 25 % de sobrevivencia.

**Palabras clave:** *Litopenaeus vannamei*, camarón marino, crianza de langostino

\* Departamento de Pesquería de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

\*\* Acuicultura y Larvicultura en Tumbes y Ecuador.

\*\*\* Escuela Académico Profesional de Pesquería de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

## PRODUCCIÓN EN CRIANZA EXPERIMENTAL DE *Mugil cephalus* “LISA” EN SISTEMA CERRADO A DIFERENTE SALINIDAD

Zafra T.A.\*, Moisés Díaz B. M.\* , Dávila G. F\*,  
Castillo G.J.\*\*, Reyes J.\*\* , Leiva F.\*\* y Medina E.\*\*  
Correspondencia: azafra@unitru.edu.pe

Se investigó sobre la producción en la crianza experimental de lisa (*Mugil cephalus*) en un sistema cerrado a salinidades de 0,03, 15,0 y 35,0 ppt. La densidad fue de 26 individuos por tanque de 500 L. Se alimentó con Truchina, con tasas de alimentación de 10% a 3% en 210 días, en condiciones de recirculación y sistema cerrado. Los factores de conversión alimenticia fueron de 4,47, 4,31 y 4,63:1, y las eficiencias de conversión alimenticia fueron de 22,0%, 23,2% y 21,6%, respectivamente. Las biomassas de lisa fueron de 318, 518 y 969 g para las salinidades experimentadas. Se obtuvo mayor producción de lisa a 35 ppt y solo en este tratamiento no se presentó mortalidad.

**Palabras clave:** *Mugil cephalus*, lisa, crianza con salinidad

\* Departamento de Pesquería de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

\*\* Escuela Académico Profesional de Pesquería de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.



# conclusiones y recomendaciones



## CONCLUSIONES

El I Congreso Internacional de Acuicultura y Desarrollo Rural: Retos y propuestas para el desarrollo de la acuicultura en el país, organizado por la Dirección Regional de la Producción del Gobierno Regional de Cajamarca y la Universidad Científica del Sur, se realizó los días 13 y 14 de julio de 2017 en el auditorio del Instituto de Educación Publico Hno. Victorino Elorza Goicoechea, localizado en la ciudad de Cajamarca.

Participaron expertos en temas de acuicultura de países como Argentina, Colombia, España, y Panamá, así como expertos y autoridades nacionales, con un total de 24 conferencias, 22 exposiciones en panel y 457 asistentes de diversas instituciones educativas públicas y privadas, y de instituciones del Estado y el sector empresarial.

Entre las instituciones públicas destacamos la presencia del Ministerio de la Producción (Produce), el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (Fondepes), el Instituto Tecnológico de la Producción (ITP), el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (Sanipes), la Dirección Regional de la Producción (Direpro) de Puno, Cuzco, San Martín, La Libertad, Lambayeque y Ucayali. Asimismo, el Gobierno Regional de La Libertad, la Municipalidad Provincial de Hualgayoc y la Municipalidad de Baños del Inca.

Diversas empresas privadas promovieron sus actividades y productos, entre ellas Ingredientes Inc. Perú, Acuapesca, Coraqua Perú, AB&T Perú, Las Palmas Aqua, Troutlodge, Hendrix Genetics, Acuícola Mares del Sur, Granja El Gran Paso, Asociación de Productores Agropecuarios Forestales Campo Verde, Asociación Acuícola Jaén, Certificaciones del Perú, Ricopez, Sociedad Peruana de Acuicultura y Emprendedores Acuícolas.

Se resalta la participación de la Academia a través de las universidades Nacional de Piura, Pedro Ruiz Gallo, Nacional de Trujillo, José Faustino Sánchez Carrión, Federico Villarreal, Mayor de San Marcos, Cayetano Heredia, San Luis Gonzaga de Ica, Nacional de la Amazonía, Jorge Basadre Grohmann, Antonio Guillermo Urrelo, Católica Sedes Sapientiae y Científica del Sur.

En este congreso, a través de las diferentes conferencias y presentaciones, se abordó el rol de la acuicultura del Perú, con énfasis en la de tipo rural, para cuyo desarrollo sostenible se reitera en la necesidad de mejorar los siguientes aspectos:

- a. Tecnológicos y de producción. Disponibilidad local de semillas (ovas, alevinos, larvas, poslarvas), suministro de alimento balanceado, manejo acuícola y sistemas de producción.
- b. Administrativos. Promover y facilitar la formalización y la gestión de la industria acuícola, así como el acceso al financiamiento.

- c. Económico-comerciales. Fortalecimiento en el mercado local (promoviendo el consumo de productos acuícolas) e inserción y posicionamiento en el mercado nacional e internacional. Para ello, es necesario mejorar o crear cadenas de procesamiento primario, de frío y de transporte, así como sistemas de custodia de la calidad e inocuidad de los productos.
- d. Cultura organizacional. Generar sinergias de cooperativas, asociaciones y empresas con identidad.
- e. Institucionales. Procedimientos en servicios de proyección y extensión acuícola, para revertir la alta informalidad del sector.
- f. Capacidad de gestión de los Gobiernos regionales y locales. Establecimiento de políticas adecuadas para el desarrollo integral de la acuicultura —considerada como una mega tendencia del tercer milenio— para asegurar la oferta alimentaria, dentro de los lineamientos establecidos en la Ley General de Pesca y su reglamento, y la Ley de la Promoción de la Acuicultura y su reglamento.
- g. Cambio climático. Desarrollar estrategias y medidas de adaptación, según cada realidad regional y productiva.
- h. Seguridad alimentaria. La acuicultura permite mejorar la dieta alimenticia y, por consiguiente, la calidad y seguridad alimentaria, lo que debe ser conocido y promovido.
- i. Producción acuícola nacional. En el país, se dan distintas formas de acuicultura con grados de tecnificación y producción, pero se resalta la necesidad de diversificarla, en particular en lo que contribuye a la seguridad alimentaria, la generación de ingresos y el desarrollo rural. Esto puede darse con especies nativas de alto potencial productivo y económico como lenguado, chita, mero, erizo, macroalgas, cabrilla, doncella, óscar, carachama y paiche, principalmente. Otra opción rentable que puede considerarse es la acuicultura ornamental, así como los cultivos multitróficos y la acuaponía.
- j. Colaboración interinstitucional. Fortalecer vínculos entre Estado, universidad, comunidad e inversionistas a través de las políticas estratégicas que fomenten la acuicultura sostenible. Igualmente, con la cooperación internacional, en particular dentro de la región, al presentar muchas similitudes en problemas y soluciones.

Dentro de este panorama, las conclusiones son las siguientes:

Todas las exposiciones programadas se cumplieron en más del 95%, con una alta calidad y magnitud que generó interesantes e importantes debates sobre los temas expuestos.

Los debates permitieron una interacción entre los expertos presentes y los representantes de instituciones como el Ministerio de la Producción, Fondepes, Sanipes, ITP, Gobiernos regionales, Dirección Regional de la Producción, municipalidades, productores acuícolas, empresas privadas de servicios y universidades.

En el país, la acuicultura y el desarrollo rural se encuentran en proceso de desarrollo, basados principalmente en el cultivo de trucha, pejerrey, tilapia, camarón gigante de Malasia, además de especies amazónicas como gamitana, paco y paiche.

Las estrategias para lograr el desarrollo de la acuicultura regional y nacional en función de sus recursos y potencialidades son las siguientes:

El Estado:

1. Fomenta y promueve políticas y normas para que el acuicultor crezca en la actividad acuícola.
2. Incrementa el número de extensionistas, técnicos calificados y profesionales dedicados a esta actividad.
3. Transfiere proyectos que fomenten las unidades acuícolas responsables y sostenidas.
4. Promueve la acuicultura como una actividad paralela y alternativa a la agricultura, con la que puede tener sinergias a través de diferentes cultivos o abonos de sus tierras agrícolas para el desarrollo de la acuicultura sostenible.
5. Genera espacios para establecer consensos para enfrentar los posibles efectos del cambio climático en la acuicultura.
6. Sostiene programas de financiamiento a investigaciones aplicadas al desarrollo acuícola (PNIPA, FINCyT, Concytec).

La universidad:

1. Orienta sus investigaciones para generar el conocimiento relacionado con la acuicultura y lograr mayor producción como actividad económica rentable.
2. Desarrolla innovación tecnológica y transfiere tecnología en las distintas fases de la cadena productiva de la acuicultura.
3. Incrementa los programas académicos de acuicultura con la educación transversal, como actividad de importancia vital para lograr la seguridad alimentaria, el alivio de la pobreza y la generación de ingresos a nivel local, regional y global.
4. Propicia un mayor intercambio de experiencias científicas y tecnológicas entre las universidades, centros de investigación y entidades dedicadas a la acuicultura, tanto a nivel nacional como internacional.
5. Establece líneas de investigación que consideran los posibles efectos del cambio climático, de forma que permita generar conocimiento para su aplicación en el proceso productivo de los cultivos de organismos acuáticos.
6. Desarrolla programas de posgrado y de capacitación en todos los niveles de formación y producción, en las distintas modalidades acuícolas.

La empresa:

1. Propende a la asociatividad de sus actores.
2. Genera valor agregado, a fin de incrementar sus márgenes de rentabilidad, para hacer competitivo al sector.
3. Fomenta la responsabilidad social, ambiental y corporativa.
4. Cumple con la normatividad vigente.
5. Custodia la calidad de sus productos.
6. Diversifica productos, presentaciones y mercados.

## RECOMENDACIONES

1. Dar impulso al desarrollo de la acuicultura rural, como actividad estratégica para la seguridad alimentaria, el alivio de la pobreza y la generación de ingresos.
2. Diversificar la oferta acuícola nacional para mantener las producciones sostenidas e incrementar la producción, a fin de hacer sostenible y rentable la actividad.
3. Desarrollar la acuicultura ornamental como una actividad rentable por la existencia de mercado interno y externo.
4. Propiciar la formalización de los acuicultores en el marco de la normatividad vigente, revisando los procedimientos burocráticos que imposibilitan tal acción.
5. Incentivar los bionegocios considerando una responsabilidad ambiental.

## RELATORES

Blgo. Paul Baltazar Guerrero  
Universidad Científica del Sur

M. Sc. Alfredo Palomino Ramos  
Universidad Científica del Sur

Dra. Alina Zafra Trelles  
Universidad Nacional de Trujillo

Dr. Moisés Diaz Barboza  
Universidad Nacional de Trujillo

Dr. Félix Dávila Gil  
Universidad Nacional de Trujillo

## LOS EDITORES

### **Paul Baltazar Guerrero**

#### **Universidad Científica del Sur**

Biólogo de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos con mención en Biología Pesquera, maestría en Manejo de Recursos Acuáticos con mención en Acuicultura, UNMSM. Posgrados en la Universidad Católica del Norte y Universidad de Antofagasta (Chile), así como en el Instituto Gallego de Formación en Acuicultura (España). Es miembro del comité de investigación de la Facultad de Biología Marina y Econegocios de la Universidad Científica del Sur y jefe de su Centro de Investigaciones Acuícolas. Ha sido condecorado por la Academia Mundial de Educación con el grado honorífico de Doctor *honoris causa* en nivel *Summa cum laude*.

### **Rosa Esther Fernández Chumbe**

#### **Dirección Subregional de Producción Jaén, San Ignacio**

Investigadora de la Universidad Nacional de Trujillo. Ha trabajado en proyectos de investigación científica e innovación tecnológica en mejoramiento genético de tilapia y trucha para el Centro Piscícola de Motil (Otuzco, La Libertad) y formulado proyectos productivos en el marco del SNIP para el Gobierno Regional de Cajamarca.

### **Juan Carlos Francia Quiroz**

#### **Universidad Científica del Sur**

Biólogo UNMSM con mención en Biología Celular y Genética. Magíster en Recursos Acuáticos (mención Acuicultura, UNMSM). Estudios de segunda especialidad en Biología Molecular y Genética, Universidad Nacional Federico Villarreal. Estudiante de doctorado en Ciencias Biológicas, UNMSM. Desde 2008 es profesor invitado de los cursos de Fisiología Animal y Reproducción Animal en la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM y del curso de Fisiología Animal en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Ricardo Palma.

### **Christian Berger Cebrelli**

#### **Universidad Científica del Sur**

Biólogo UNMSM y Diplomado en Estudios Avanzados en Oceanología Biológica de la Universidad de Brest, Francia. Investigador y director de Acuicultura del Instituto del Mar del Perú, donde inició los programas de acuicultura de langostinos, especies amazónicas y tilapia. Es miembro fundador de la Organización para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura en el Perú y exmiembro del Consejo Directivo de la Asociación Langostinera Peruana (ALPE) y del directorio del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (Fondepes). Entre sus publicaciones destacan el capítulo de Acuicultura del *Libro de oro de la pesquería peruana* (Sociedad Nacional de Pesquería, 2003) y el *Programa para la competitividad de la acuicultura langostinera en el Perú* (Asociación Langostinera Peruana, 2005).



PERÚ

Ministerio  
de la Producción



SANIPES



Instituto Superior  
de Educación Pública  
“Hno. Victorino Elorza Golcochea”

**FONDEPES**  
Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero

**ITP**

Instituto  
Tecnológico  
de la Producción



**HOTEL  
EL MIRADOR  
DEL INCA \*\*\***

**LA CASA DE ABRAHAM  
HOTEL \*\*\* CAMPESTRE**

...en el corazón de la campiña Cajamarquina...

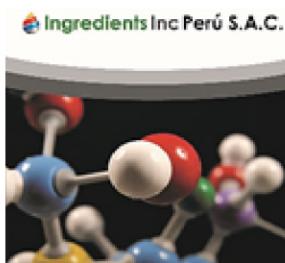


**TUNA CAFÉ**  
restaurante

**Hotel Belén**  
Hotel \*\*\*  
Sol de Belén



**Eco Natiuo**  
come sano, vive verde



**AB&T**  
PERU S.A.C.  
AQUACULTURE  
BUSINESSES AND  
TECHNOLOGIES PERU S.A.C.

**CORAQUA**

**aquaavid**  
DARANI



# CIENTÍFICA

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

