

Cadena de valor del langostino

Estudio de prospectiva del langostino



langostinos



Cadena de valor del langostino

Estudio de prospectiva del langostino

Con la colaboración de:





Este estudio de prospectiva es elaborado por:
PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN EN PESCA Y ACUICULTURA -
PNIPA

Supervisado y aprobado por:
Unidad de Fomento de la Gobernanza del PNIPA

Autor: Omar del Carpio

Revisión técnica: Éric Mialhe

Editores responsables: : Aurore-Alexandra Castellacci, Fabricio Flores, Hans Gómez, Milthon Luján

Fotografías: PNIPA

Marzo 2021
Primera edición

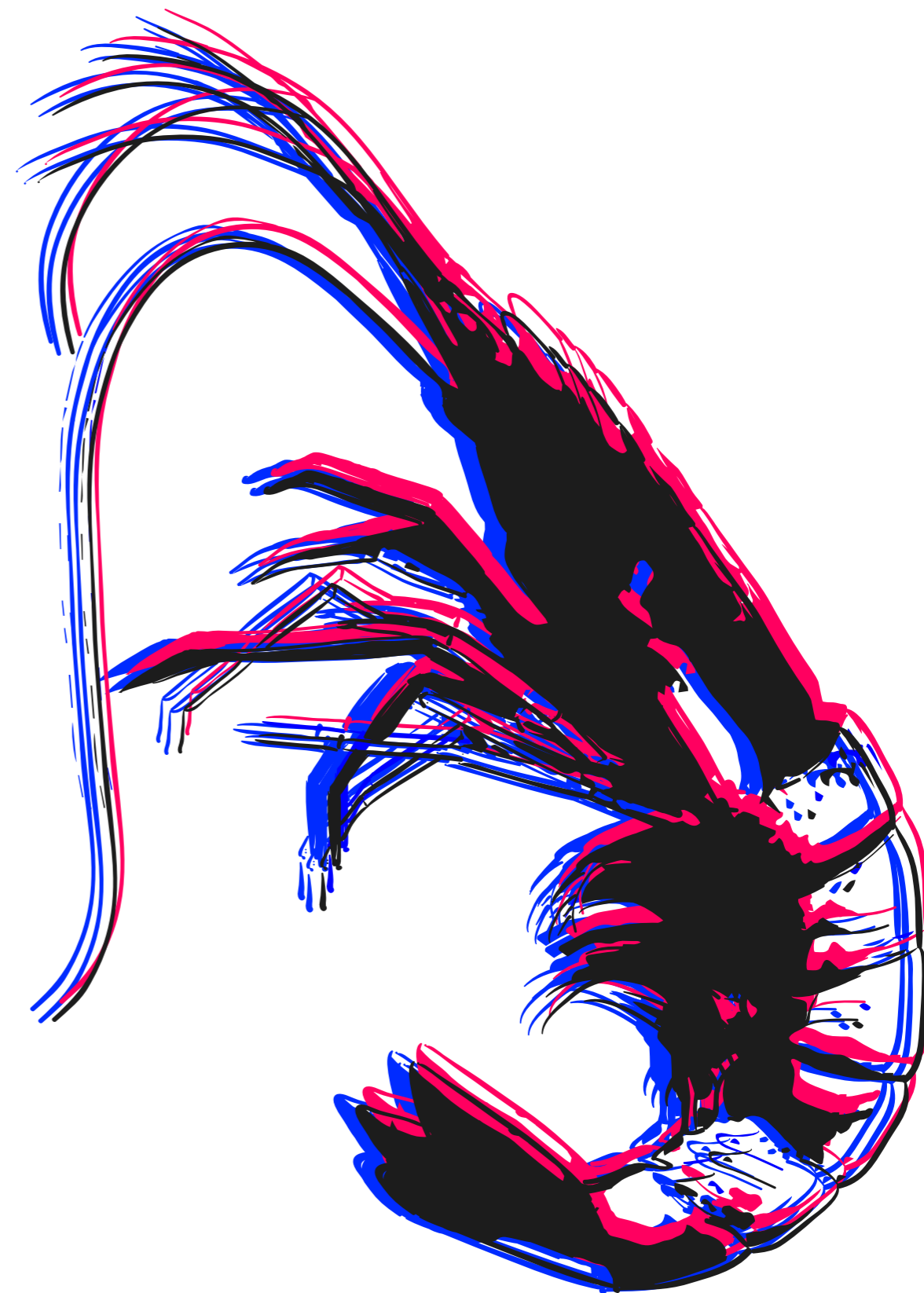
Edición, diseño y diagramación: Fábrica de Ideas

Pre prensa e impresión:

Copyright © 2020. Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura -
PNIPA.
Derechos reservados.

Hecho el depósito legal:

El PNIPA se reserva los derechos de autor de la información presentada en este título. También deben respetarse los derechos de autor del material base para esta publicación.



Índice

Presentación	10
Introducción	12
La cadena de valor del langostino	28
Ámbito mundial	30
1.1 Producción y productividad	31
1.2 Exportaciones	36
1.3 Importaciones	39
1.4 Precios	41
Ámbito nacional	42
2.1 Producción	42
2.2 Productividad	48
2.3 Exportaciones	48
2.4 Importaciones	54
2.5 Balanza comercial	55
2.6 Precios	57
Análisis de la cadena de valor en el Perú	58
3.1 Modelo de la cadena de valor	58
3.2 Análisis del entorno organizacional e institucional	85

3.3 Identificación de limitaciones y oportunidades	97
3.4 Identificación de factores críticos	102

Replicando las buenas prácticas

106

Análisis comparativo de la cadena de valor	108
4.1 India	108
4.2 Ecuador	111
4.3 Vietnam	115
4.4 Comparación por factores críticos	119

Hacia la construcción de una cadena de valor fortalecida

124

Análisis prospectivo	126
5.1 Identificación de factores críticos	127
5.2 Análisis de tendencias	128
5.3 Identificación de variables e indicadores	135
5.4 Diseño de escenarios de la cadena de valor	137

Agenda I&D+i	149
6.1 Línea de I&D+i	150
6.2 Objetivos estratégicos	154
6.3 Proyectos de I&D+i	160

Biología y desarrollo de capacidades **164**

Biología molecular	166
7.1 Identificación de prioridades de I&D	166
7.2 Las biotecnologías moleculares ómicas en I&D+i para el cultivo de langostinos	172
7.3 Las biotecnologías moleculares ómicas en el cultivo de langostinos	178

Formación profesional y técnica para gestionar la innovación

8.1 Doctorado en biotecnologías moleculares aplicadas al cultivo de langostinos	191
8.2 Máster en biotecnologías moleculares aplicada al cultivo de langostinos	193
8.3 Ingeniero en acuicultura con especialización en cultivo de langostinos y biotecnologías moleculares	194

8.4 Técnicos de cultivo de langostinos y biotecnologías aplicadas al cultivo de langostinos	195
8.5 Bachillerato en cultivo de langostinos y biotecnologías moleculares	196
8.6 Trabajadores especializados en cultivo de langostinos	197
8.7 Espacios de popularización para el cultivo de langostinos	198
8.8 Formación de las comunidades de zonas costeras desérticas	199

Construcción del polo de investigación público privado para la cadena de langostino

9.1 Espacios e infraestructuras experimentales públicas y privadas	201
9.2 Red de laboratorios de investigación público-privados para productos de acuicultura	202
9.3 Nuevas modalidades de financiación de I&D+i	202
9.4 Esquema de estructuración de un polo científico sobre el langostino en Tumbes-Piura	203

Gráficos y tablas

Bibliografía

Glosario



Presentación

La acuicultura y pesca en el Perú representan un importante aporte al crecimiento del país. Sin embargo, si miramos la evolución de sus cadenas de valor, constatamos que merecen una especial atención frente a los acelerados cambios que se dan en el entorno económico, social, ambiental y tecnológico en los que se desarrollan, a nivel nacional y global.

La necesidad de afrontar los desafíos que hoy tenemos como sector nos exige tomar decisiones estratégicas articuladas con las demandas de los diversos actores que lo conforman. Es por lo que, a través del Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA), se viene implementado el proceso de elaboración de diversos documentos especializados, entre ellos el "Estudio de Prospectiva Tecnológica para la Cadena de Valor del Langostino", con el propósito de conocer su evolución a mediano y largo plazo permitiendo identificar prioridades para la toma de decisiones de política e inversión.

Este estudio ha logrado congregiar una importante participación de expertos que provienen de diversos ámbitos, tales como, sector público, la academia, la sociedad civil, los agentes productivos, los centros de investigación, entre otros actores, a los cuales manifestamos nuestro profundo agradecimiento toda vez que han puesto su conocimiento, experiencia y tiempo para construir una visión al 2030, traducidas en el diseño y la cocreación de una agenda de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, como elemento central en la construcción de una mejor gobernanza para la innovación del sector.

Adicionalmente, debemos destacar que el presente estudio responde a la necesidad de fortalecer la institucionalidad sectorial, por ello hemos buscado poner en valor la identificación de los problemas convirtiéndolos en ventajas competitivas, que nos generen una importante oportunidad que reta a todos los actores institucionales del sector para implementar una política sectorial coordinada e integrada con el objetivo de elevar la capacidad de innovación de la cadena de valor y fortalecer su productividad y sostenibilidad.

En tal sentido, estamos convencidos de que este estudio será un instrumento que impulse un diálogo amplio, permanente e intenso para la acción pública que merece el sector pesca y acuicultura, con una visión integrada que incluya a los agentes productivos, dado el papel relevante que cumplen en el crecimiento económico del sector.

En definitiva, los invito a dar una lectura crítica y propositiva que alimente nuestro esfuerzo, compromiso y dedicación para generar esas sinergias que permitan modelar el futuro, poniendo especial énfasis en aquellos temas que nos permitan generar motores de crecimiento, competitivos, inclusivos y sostenible en el país.

DAVID ALFONSO RAMOS LÓPEZ

Director ejecutivo

Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura

PNIPA



Introducción

El presente estudio de prospectiva explora las tendencias mundiales y nacionales que impactan o pueden impactar el sector pesca y acuicultura, específicamente en la cadena de valor del langostino. El estudio, más allá de estar al tanto de los mercados y avances tecnológicos, busca conocer los cambios que se esperan en esta industria y las actividades conexas acuícolas y pesqueras, para comprenderlas y poder tomar mejores y más eficientes decisiones.

El Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA) como programa de inversión pública del Ministerio de la Producción del Perú (PRODUCE), tiene el propósito de construir y fortalecer el Sistema Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (SNIPA) en perspectiva de su desarrollo sostenible y competitivo.

Llevar la prospectiva a las diferentes cadenas de valor priorizadas, en este caso el langostino o *Litopenaeus vannamei*, es clave para los procesos de mejora continua, así como para la toma de decisiones de política y de inversión.

En el sector de pesca y acuicultura, así como en el sector agroindustrial de América Latina y el Caribe, se ha trabajado ampliamente el enfoque sistémico y prospectivo mediante la construcción de Agendas de Investigación, Desarrollo e innovación (I&D+i). En ella se establece una hoja de ruta articulada para los principales actores de la cadena de valor, que permite identificar los requerimientos de inversión en el proceso de

I&D+i para la mejora de la competitividad de las cadenas productivas, así como en cadenas de producción y gestión del conocimiento.

El equipo técnico multidisciplinario a cargo de estudio estuvo conformado por Omar Del Carpio Rodríguez, María Gabriela García López, Isaías Quevedo de la Cruz, José Emilio Torres Krivic, Pool De Lama Peña y Adder Retamozo Pablo.

El presente estudio está organizado en tres capítulos. El primero nos presenta el panorama mundial y nacional de la cadena de valor del langostino, el segundo capítulo contempla el análisis comparativo de las buenas prácticas identificadas en esta revisión global; el tercer capítulo nos ofrece una propuesta a futuro, Hacia la construcción de una cadena de valor fortalecida. Este capítulo es el más importante del análisis prospectivo que desarrolla la agenda de I&D+i de este valioso recurso natural.

La fase de benchmarking buscó identificar las buenas prácticas en el ámbito tecnológico y comercial a partir de los factores críticos previamente identificados, mostrando una serie de oportunidades tecnológicas para tener en cuenta al plantear novedades para la cadena.

La fase de construcción de escenarios presenta la descripción del escenario actual y tres escenarios alternativos (deseado, crisis y disrupción), de modo que se tengan alternativas de futuro con más información para la toma de decisiones estratégicas.

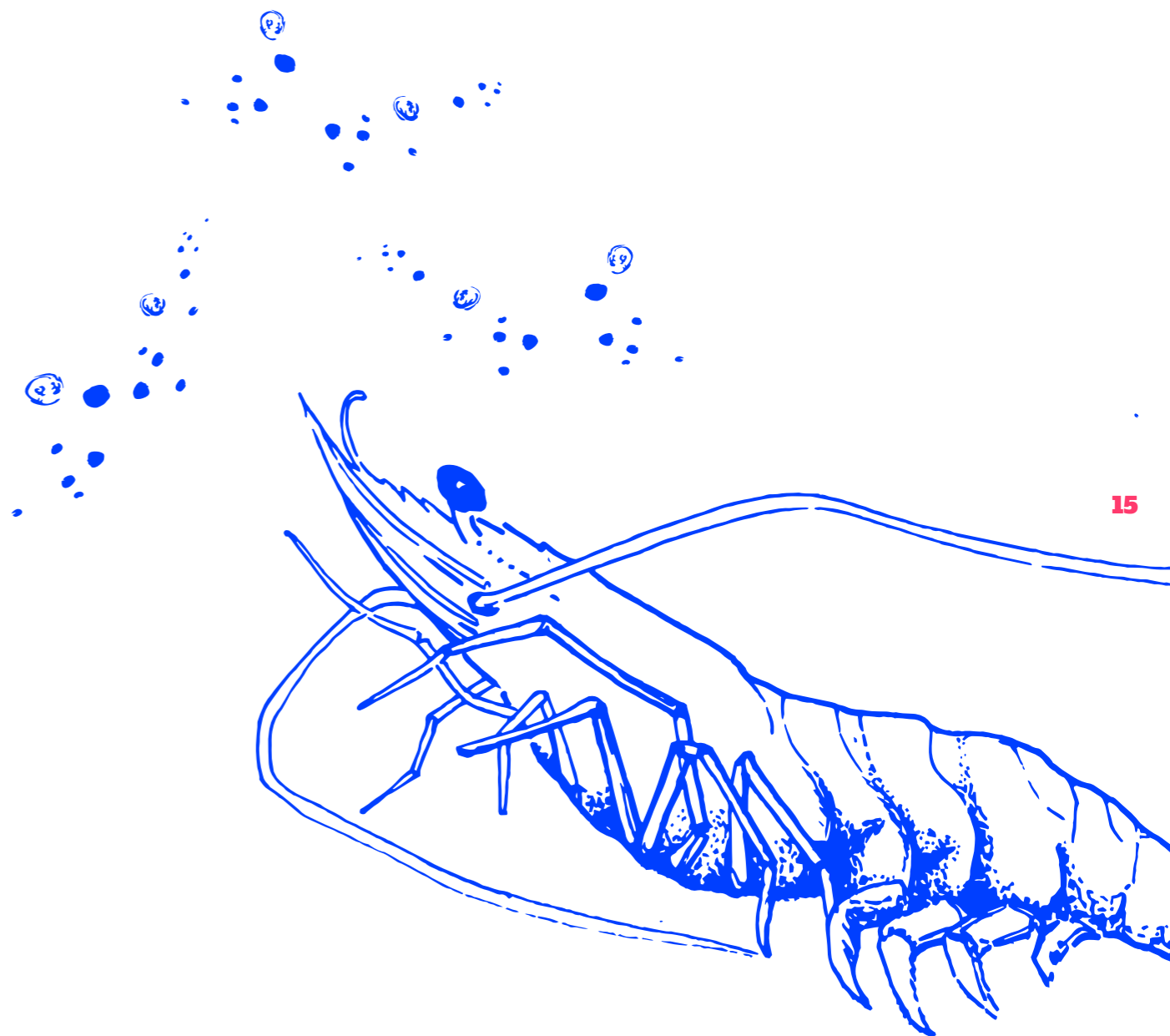


Finalmente, en la última sección se plantean los objetivos estratégicos y las líneas de investigación como resultado del proceso prospectivo que orientan el desarrollo de la Agenda de I&D+i para la cadena de valor del langostino.

Este proceso cuenta con una fuerte relevancia en el marco de la elaboración de la política de innovación para el sector de pesca y acuicultura porque permite la identificación de necesidades y oportunidades de la cadena en el ámbito de la I&D+i desde los actores. Además, logra generar una interacción entre ellos y, por lo tanto, un involucramiento desde las primeras etapas del proceso, a la vez que promueve la capacidad competitiva por medio de la elaboración de una agenda de investigación que permitirá definir la orientación de las líneas prioritarias de intervención del programa y el tipo de proyectos y actividades que deben considerarse para el mejoramiento competitivo de la cadena.

En este contexto, compartimos con ustedes el estudio prospectivo del desarrollo tecnológico elaborado para la cadena de valor del recurso langostino con un alcance territorial y nacional, que propone una visión prospectiva y una agenda de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para los próximos 10 años enfocada en mejorar la productividad y competitividad en la cadena de valor del cultivo del langostino en el país.

**EL PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN
EN PESCA Y ACUICULTURA - PNIPA**



Metodología del estudio

La metodología empleada en este estudio toma como referencia el **Manual de Agendas de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Castellanos et al. (2009), en cadenas productivas agroindustriales**, aplicado principalmente en Brasil y Colombia para la definición de Agendas de I&D+i a nivel nacional.

Dentro del proceso de formulación de la agenda se recurre a herramientas como la vigilancia tecnológica, la construcción de escenarios prospectivos y el análisis comparativo ("*benchmarking*").

Para alcanzar una propuesta preliminar de Agenda de I&D+i, se adaptó la metodología en función al tiempo del estudio, dinámica de participación de los actores e información disponible. Por lo cual, se deberá validar y actualizar de manera constante los resultados del análisis de la cadena, la vigilancia tecnológica y los escenarios con los actores.

Por accesibilidad, se trabajó con los actores del eslabón de producción y de transformación. En el caso del régimen de producción intensivo, se recurrió a la experiencia de las empresas más grandes que tienen una integración vertical de la producción hasta la comercialización del producto. Esta peculiaridad motivó que se adecuaran los métodos de levantamiento de información, utilizando tanto entrevistas, talleres y mesas de trabajo.

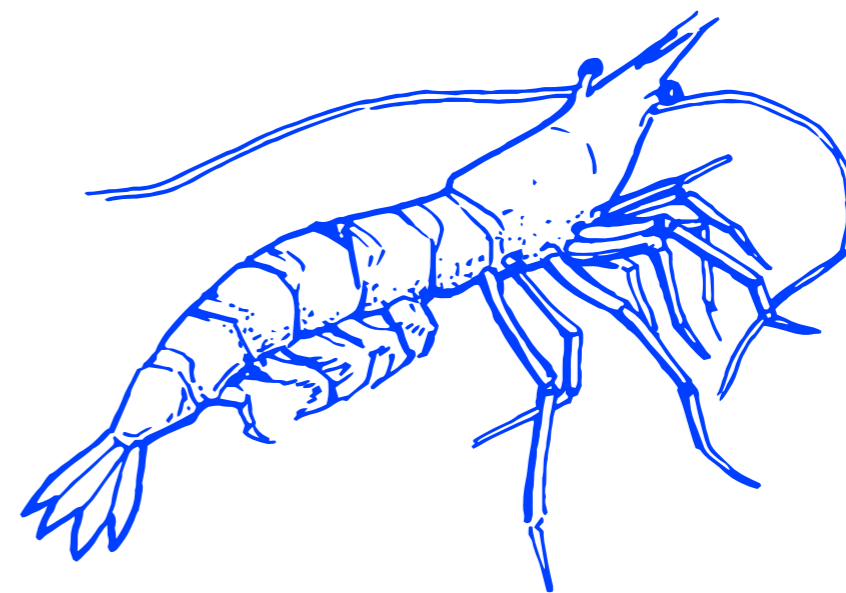
El estudio prospectivo considera las dos regiones de cultivo del langostino (*Litopenaeus vannamei*) en Tumbes y Piura, tres países referentes por sus muy altas producciones: India, Vietnam, Ecuador; y dos principales mercados como son: Estados Unidos y la Unión Europea (Tabla 1).

Tabla 1

Delimitación del alcance del estudio prospectivo

Países referentes	Principales regiones	Principales mercados
India Vietnam Ecuador	Tumbes Piura	Estados Unidos Unión Europea

Nota: elaboración propia.



Etapas

Un equipo conformado por un especialista senior en prospectiva, un economista, un especialista en vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, un especialista en innovación y dos investigadores temáticos de apoyo estuvo a cargo del estudio, el cual se organizó en cuatro etapas:

ETAPA 1

Diagnóstico y caracterización de la cadena

La primera etapa se orientó al análisis de la cadena a nivel mundial y nacional, a través de la revisión de las variables de nivel de producción, productividad, exportaciones, importaciones y precios. Esto se complementó con un taller participativo y una mesa de trabajo realizado en Tumbes, con los principales protagonistas de los eslabones de la producción y transformación, que permitió la identificación de oportunidades y limitaciones de la cadena.

ETAPA 2

Análisis comparativo de países líderes

La segunda etapa permitió revisar las características más importantes de las cadenas de valor en tres países seleccionados como referentes mundiales de la industria. Esto permitió hacer un análisis comparativo y dilucidar ventajas comparativas y competitivas de la cadena de langostino del Perú en el contexto mundial.

ETAPA 3

Construcción de escenarios a través del análisis prospectivo

La reflexión sobre el futuro de la cadena de langostino, fue una etapa muy importante del estudio, pues permitió identificar tendencias globales y esclarecer el futuro de la industria langostinera peruana. El análisis prospectivo se realizó a través en dos momentos: i) Mesa de trabajo participativa, donde se dialogó sobre el estado actual y deseado de cada una de las variables propuestas por el equipo técnico y validadas por los actores; ii) Revisión de la información recopilada de tendencias, tecnologías emergentes y aprendizaje de países líderes que permitió la elaboración del escenario crítico y disruptivo.

ETAPA 4

Agenda nacional de I&D+i

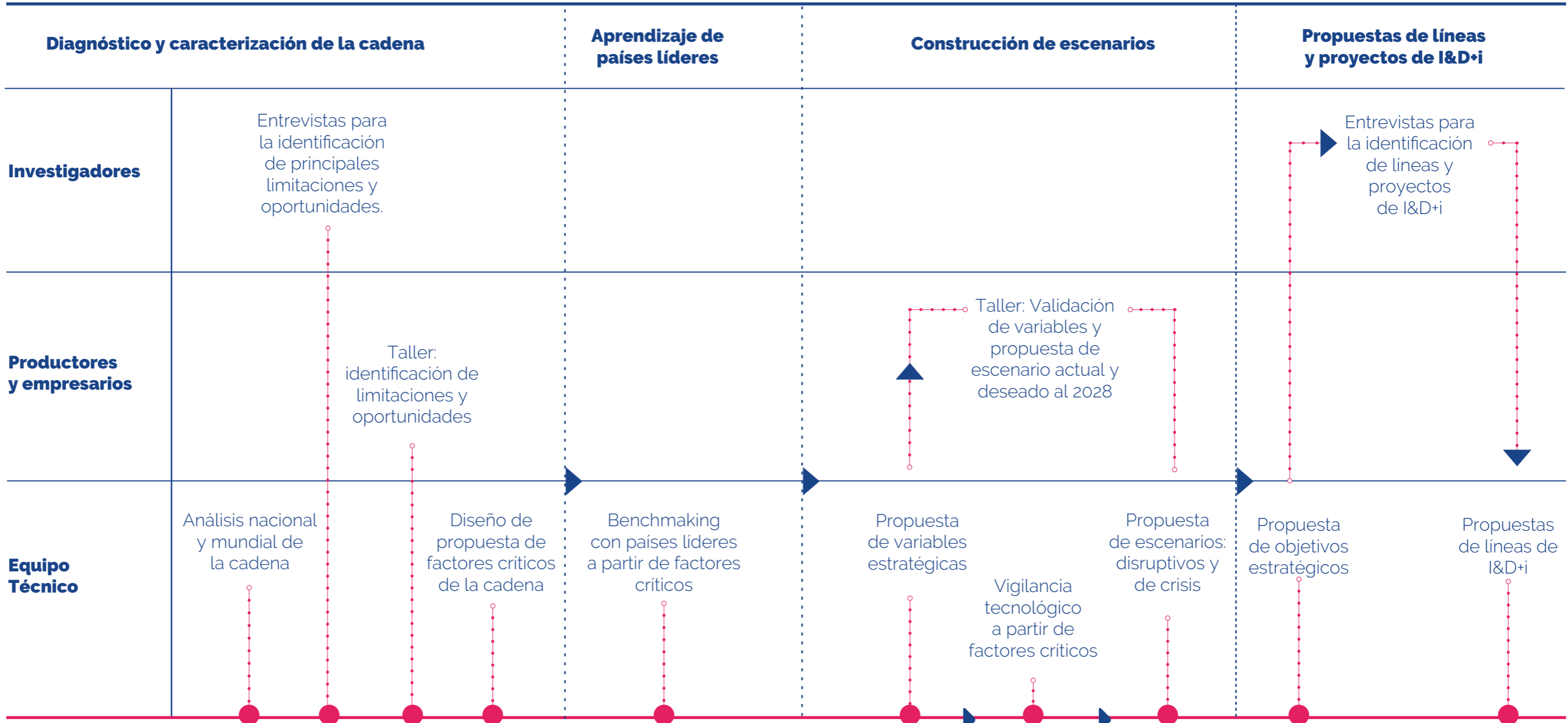
La parte final del estudio se concentró en la elaboración de la agenda nacional de I&D+i de la cadena de langostino que permitirá inspirar a los protagonistas de la innovación a estructurar un portafolio de subproyectos para atender las necesidades y demandas que se identificaron colectivamente. Esta se realizó a través de talleres multi-actor, con la participación de la academia, las agencias públicas que trabajan en el subsector acuícola y los diferentes tipos de agentes económicos protagonistas de la acuicultura langostinera peruana.



Figura 1

Proceso metodológico para la propuesta de líneas de I&D+i para la cadena de langostino en Perú

Proceso metodológico del estudio



Nota: elaboración propia.



Actores

En el proceso de elaboración del estudio se involucró a diversidad de actores de la cadena a través de encuestas, entrevistas y talleres. El diálogo entre los agentes económicos representados por las empresas, con la academia y los proveedores de servicios de innovación, así como la participación de representantes de las diferentes instancias de

gobierno nacional y regional, permitió construir una visión común de futuro y definir las líneas maestras de la agenda de I&D+i de la cadena de langostinos del País. Dada la concentración de la cadena en la región noroccidental del país, gran parte de las actividades se realizaron en Tumbes y Piura.

Figura 2

Principales participantes en la elaboración del estudio



Nota: elaboración propia.

Una breve radiografía del langostino

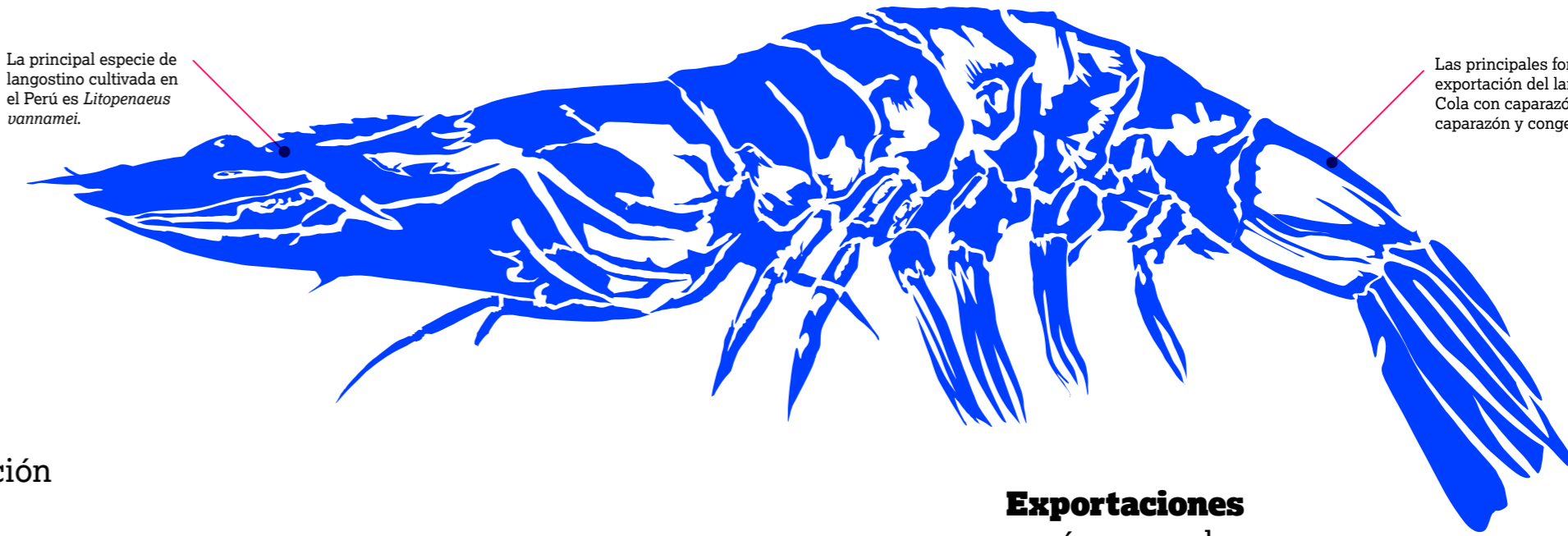
El *Litopenaeus vannamei* es una especie nativa del oriente del Océano Pacífico que se distribuye desde México hasta el noroeste del Perú, cumpliendo un rol importante en la actividad pesquera de esa región durante gran parte del siglo XX.

El langostino y sus formas de consumo

- De acuerdo con el Ministerio de la Producción, el 81 % del langostino proveniente de desembarques para el consumo humano es del tipo congelado y el restante fresco.



La principal especie de langostino cultivada en el Perú es *Litopenaeus vannamei*.



Las principales formas de exportación del langostino son: Cola con caparazón, colas sin caparazón y congelados.

Principales productores

- Venta interna de langostino en toneladas (t) del 2010 al 2016.

En general, las exportaciones totales de langostinos congelados en el 2019 registraron un valor de

USD 230.7 millones

De estas, calculamos que USD 178 millones provienen de la acuicultura nacional, es decir, un 77.1 %; mientras que USD 52.7 millones serían productos de origen de captura, importados para añadirle valor y ser reexportados a mercados más sofisticados.

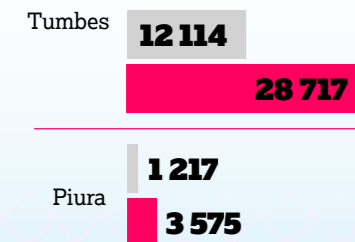
Fuente: SICEX. Desarrollo del comercio exterior pesquero y acuícola. Informe Anual 2019.

Según el Ministerio de la Producción, la producción de langostino proviene principalmente de Tumbes y Piura.

- Principales regiones productoras de langostino

(En toneladas)

2008 2017



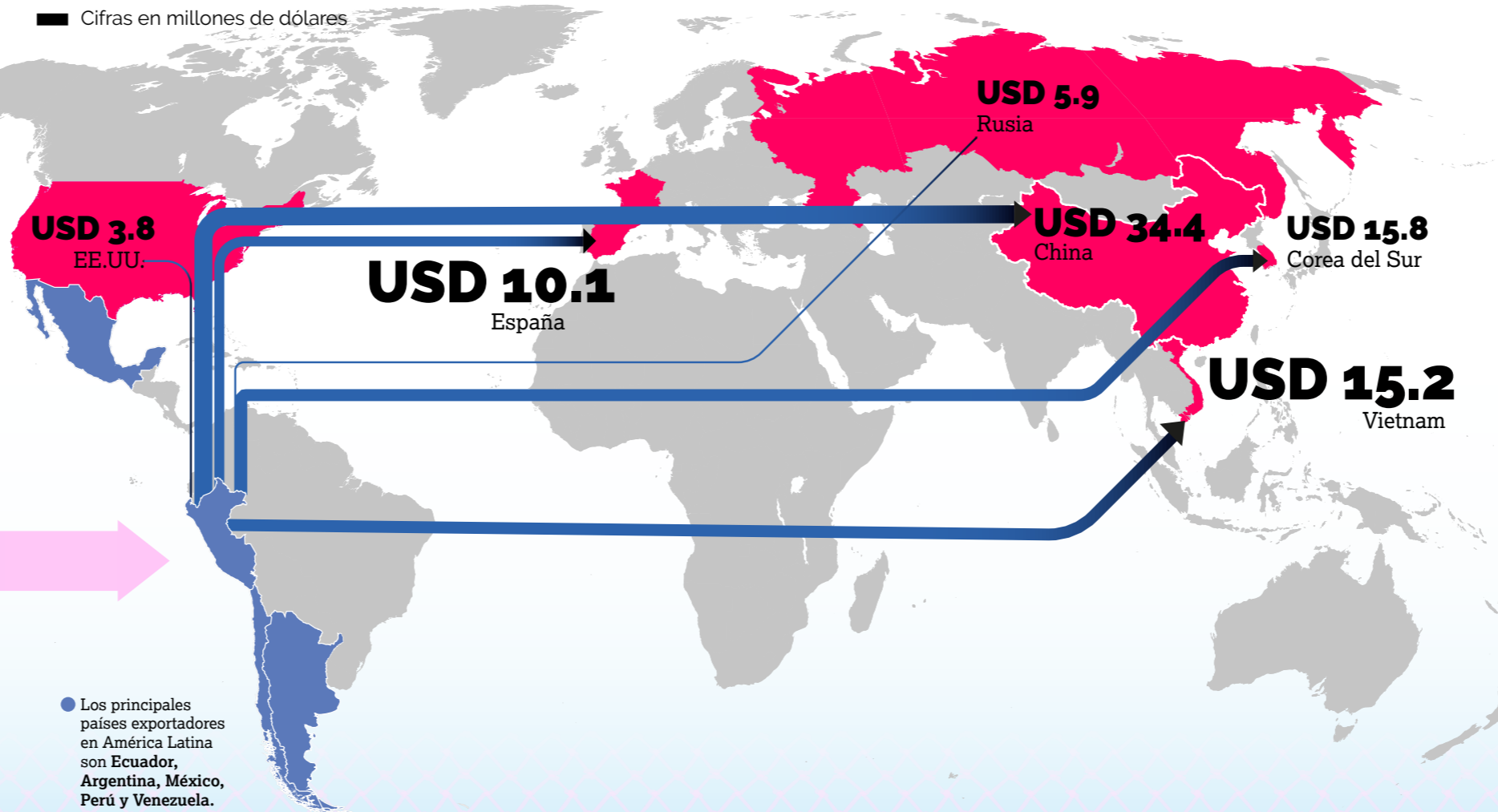
Lima

Océano Pacífico

Fuente: elaboración propia, a partir del Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2018. Ministerio de la Producción (2019).

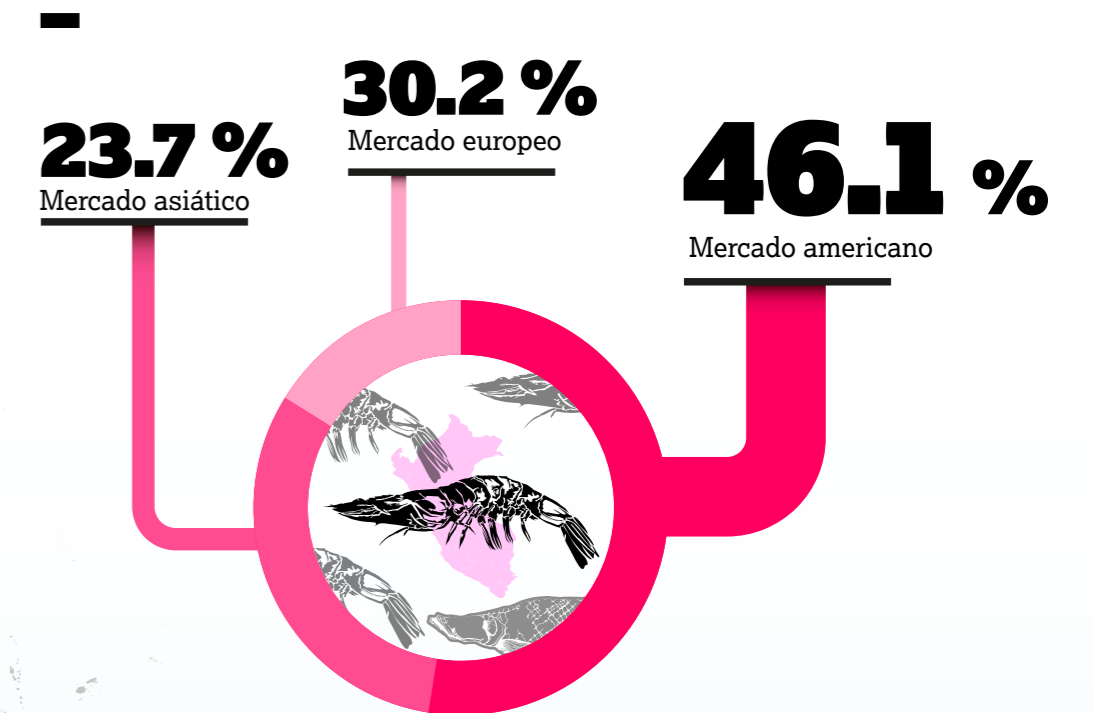
Principales mercados de exportación de langostinos

- Cifras en millones de dólares



Los principales países exportadores en América Latina son Ecuador, Argentina, México, Perú y Venezuela.

Exportaciones según mercados



Fuente: Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2018. Ministerio de la Producción (2019).



UNA MIRADA GLOBAL Y NACIONAL A

La cadena de valor del langostino

parte 1



Esta parte ofrece un panorama de las principales características de la producción y el comercio del Langostino a nivel nacional y mundial. Concluye con el análisis del modelo de la cadena de valor en el Perú, el rol que juegan las organizaciones privadas y públicas para su óptimo desempeño y la normativa que la regula. Identifica, además, las oportunidades, limitaciones y factores críticos de cada uno de los eslabones de la cadena, con la meta de impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico en torno a esta especie.





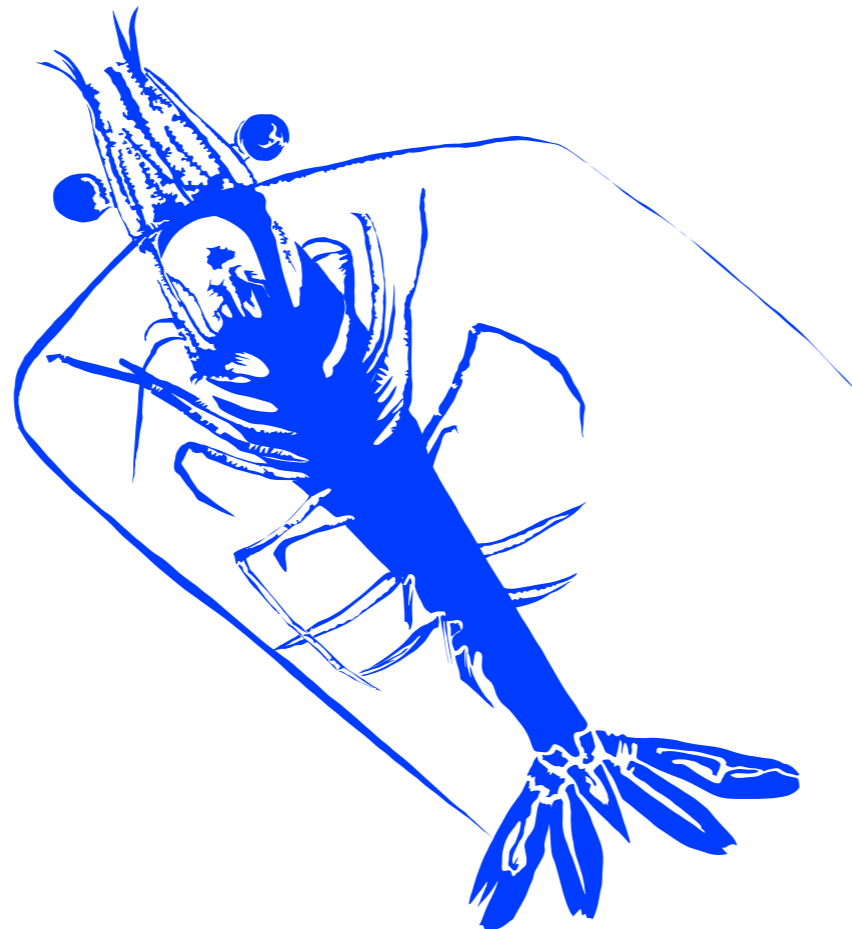
1 ÁMBITO MUNDIAL

En esta sección se realiza un análisis del ámbito mundial de la cadena, buscando entender el contexto comercial en el que se desarrolla, así como identificar países líderes y principales consumidores.

La especie *Litopenaeus vannamei* representa actualmente alrededor de las tres cuartas partes de la producción acuícola mundial, con un crecimiento exponencial en los últimos 20 años. Su domesticación desde los años 70 y la expansión al sudeste de Asia ha tenido gran éxito, explicado por la fácil y masiva disposición de larvas silvestres y luego por el descubrimiento de la posibilidad de inducir la reproducción de las hembras después de la extracción de un pedúnculo ocular. El control de la maduración de las hembras permitió que durante todo el año se pudiera planificar la producción de los huevos y, subsecuentemente de las larvas cultivadas en laboratorio y alimentadas con microalgas y artemias.

el crecimiento de la especie a expensas de la resistencia, siguiendo un patrón similar al que se observó en la tecnología de muchas especies agrícola; esto puede ser una de las razones que explica los problemas de mortalidad epidémica que ha sufrido esta especie.

Esta posibilidad de controlar rutinariamente la reproducción de *Litopenaeus vannamei*, durante más de treinta años en muchos países, ha permitido la supremacía de esta especie en la acuicultura, con un verdadero proceso de domesticación integral. Los actuales langostinos cultivados *Litopenaeus vannamei* son animales que tienen tras sí cuarenta generaciones domesticadas, con caracteres seleccionados espontáneamente como docilidad, fertilidad y resistencia a las enfermedades que se producen en condiciones de alta densidad. Al respecto, cabe mencionar que las investigaciones en mejoramiento genético pusieron énfasis en



1.1 Producción y productividad

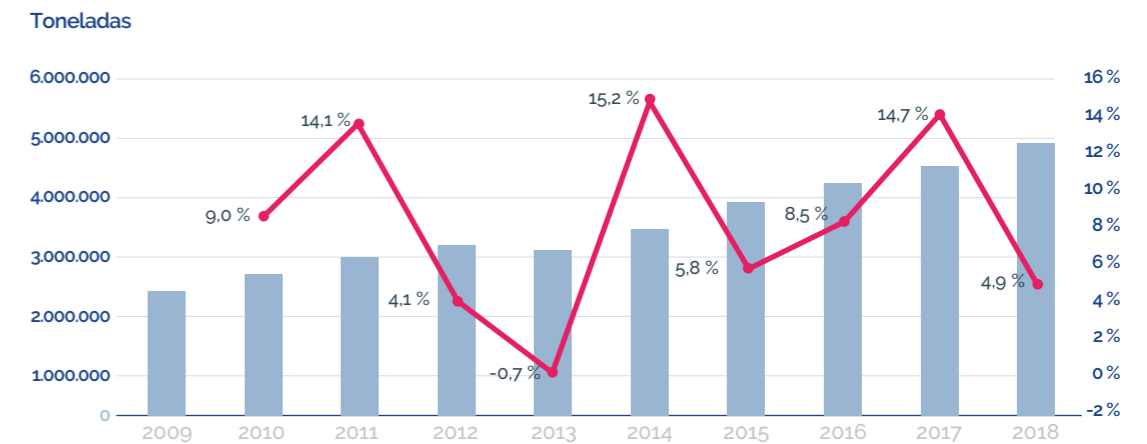
Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018), la principal especie de langostino producida (agregando la acuicultura y la captura) fue el langostino blanco (*Litopenaeus vannamei*) con una participación del 65 % al 2016. La presencia de esta especie a nivel mundial se ha venido expandiendo de manera permanente durante el periodo 1970-2016, con niveles cercanos

a los 3,5 millones de toneladas (t) al 2016, triplicando así las cifras reportadas en los años setenta.

Además, la producción mundial del langostino proveniente de la acuicultura tuvo una tendencia creciente durante el periodo 2009-2018, con una tasa promedio anual de crecimiento del 8,2 %, pasando de 2,42 t a 4,96 t.

Figura 3

Evolución de la producción mundial de langostino blanco (*Litopenaeus Vannamei*), 2009-2018 (t)



Nota: elaborado a partir de la base de datos FAO 2020. Software para pesca y acuicultura. FishstatJ v4.0.1

En términos de valor de la producción del langostino, la tasa de crecimiento promedio para el periodo 2007-2016 fue de 12 %, pasando de 9 mil millones de dólares en 2007 a 24,4 mil millones de dólares en 2016. El pico de crecimiento del valor observado para el 2011, estuvo asociado a la escasez generada por los fenómenos ambientales que impactaron a Tailandia y otros países asiáticos desde el 2009,

lo que se tradujo en una baja producción y un empuje hacia el incremento de los precios. Se debe mencionar que las causas de mortalidad de langostinos no son, generalmente, bien establecidas. Sin embargo, los progresos en biotecnología molecular están facilitando la determinación de las etiologías de las enfermedades, esencialmente bacterianas y virales.

Producción por países

China es el principal productor mundial de *Litopenaeus vannamei* tanto en tonelaje como en valor de producción, con 1 760 mil t de producción por un valor de 13 mil millones dólares, en el 2018. De esta manera, China tendría 2,5 veces el tonelaje de producción de Indonesia, el segundo país con mayor volumen de producción, así como 3,5 veces del volumen de producción de Ecuador, el cuarto país más importante en volúmenes producidos.

En términos tendenciales, durante el periodo 2009-2018, China incrementó su volumen de producción de langostino en 59,6 %, mientras que Indonesia lo triplicó al pasar de 170,9 mil t en el 2009 a 708,6 mil t en el 2018. Por su parte, India ha venido incrementando continuamente su producción durante los últimos cinco años, cerrando el 2018 con 622 mil t. Asimismo, Vietnam paso de producir 36 mil t en 2009 a 475 mil t en 2018 y Ecuador incrementó su

producción en un 185 % al pasar de 179 mil t a 510 mil t en el mismo periodo. Por último, Perú ha venido expandido su producción en 121 % en dicho periodo.

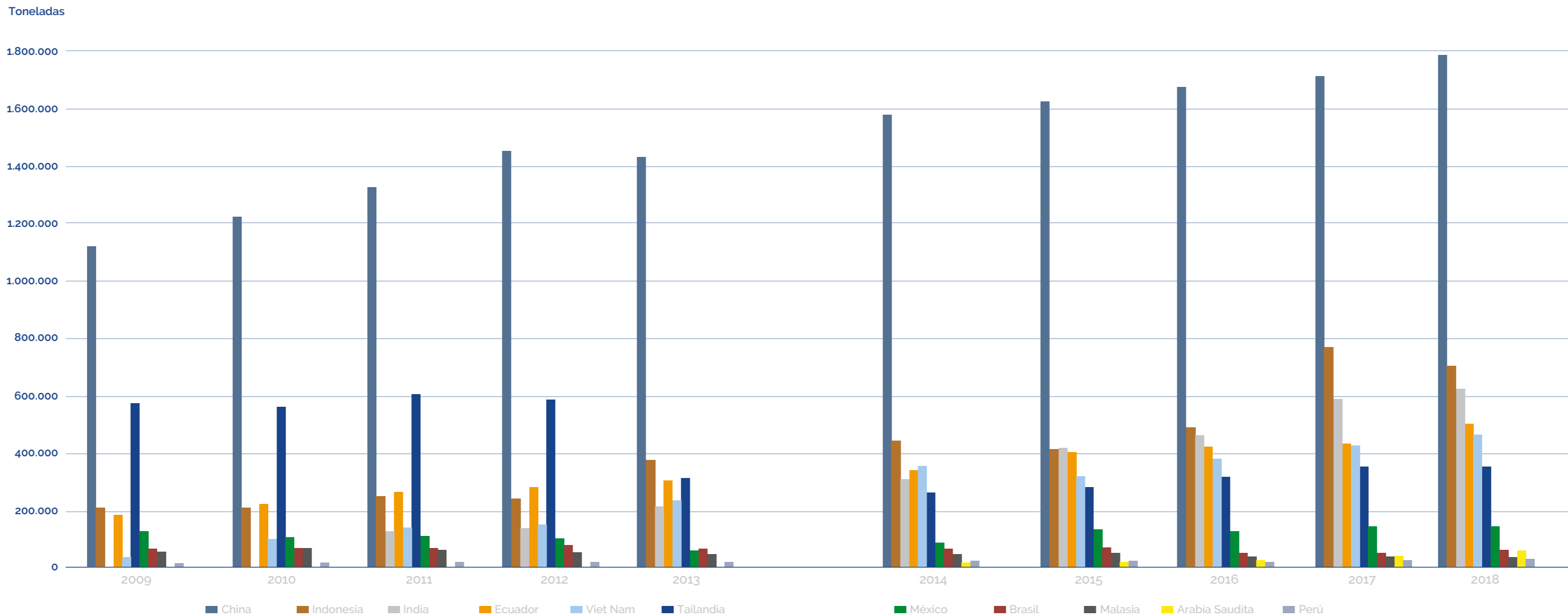
Al 2018, China registró una participación en volumen del 35 % a nivel mundial, seguido de Indonesia con una participación del 14 % e India con un registro de 13 %. La participación de Tailandia disminuyó 17 puntos porcentuales durante el periodo

2009-2018, cerrando en el sexto lugar en el 2018 con una participación de 7 %.

La representación del continente asiático en el 2018 fue de 82 % de la producción mundial del langostino blanco. En 2018, los países latinoamericanos ubicados en el top 10 de participación en la producción mundial fueron: Ecuador (10,3 %), México (3,2 %) y Brasil (1,2 %). Perú ocupó la posición 13 con una participación de 0,6 % equivalente a una producción de 29,7 mil t.

Figura 4

Principales países productores de *Litopenaeus vannamei* (t) 2009-2018



Productividad

De acuerdo con *California Environmental Associates* - CEA (2018), a medida que los países van industrializando e intensificando la producción del langostino, la especie *Litopenaeus vannamei* comienza a dominar la producción. En ese sentido, se destacan tres hechos principales:

- La mayoría de los principales países productores ya han hecho la transición al cultivo intensivo de langostino, dominado por la especie de langostino blanco (*Litopenaeus vannamei*).
- Los países del sudeste asiático, con un bajo grado de avance tecnológico (Myanmar, Bangladesh), continúan dependiendo del cultivo de "langostino costero", que con frecuencia requieren larvas silvestres del langostino tigre negro (*Penaeus monodon*) para abastecer los estanques.
- Vietnam se encuentra actualmente a medio camino de la transición del tipo de cultivo extensivo a intensivo, reemplazando rápidamente el langostino tigre negro (*Penaeus monodon*) por el langostino blanco (*Litopenaeus vannamei*).

Según CEA (2018), en la medida que no es probable que aumente la disponibilidad de tierra para los cultivos de langostinos a nivel mundial, un futuro aumento de la producción tendría que provenir de incrementos en la productividad. En ese sentido, si bien Tailandia y Vietnam tienen un volumen de producción similar, se encuentran en extremos opuestos

del espectro de productividad, de manera que Tailandia resultaría en la actualidad 20 veces más productiva que Vietnam. Estas diferencias se darían principalmente por el tipo de producción que mantienen dichos países; en el caso de Tailandia, este cuenta con un 95 % de su producción en cultivo intensivo y un 5 % en extensivo, mientras que Vietnam cuenta con un sistema de producción 52 % intensivo y 48 % extensivo.

Además, con los patrones actuales de uso de la tierra, Vietnam y China tendrían el mayor potencial de crecimiento en la próxima década siempre que puedan intensificar el uso de los estanques disponibles.

•••••

Tailandia cuenta con un 95 % de su producción en cultivo intensivo y un 5 % en extensivo, mientras que Vietnam cuenta con un sistema de producción 52 % intensivo y 48 % extensivo.

Tabla 2

Área de estanque para langostino, producción y productividad promedio del cultivo intensivo en 16 países, 2015

Países	Área de estanques	Área de producción extensiva	Producción en 2015	Productividad promedio del estanque
	(ha)	(ha)	(t)	(t/ha)
Vietnam	619 000	562 000	550 240	0.889
China	421 000	35 000	1 892 801	4.496
Bangladesh	216 000	207 000	84 024	0.389
Ecuador	212 000	4 200	403 000	1.901
Indonesia	130 000	50 000	595 071	3.306
Myanmar	120 000	100 000	49 800	0.415
India	141 000	2 000	500 758	3.551
México	72 000	1 440	130 361	1.81
Filipinas	6 260	3 500	60 875	9.724
Tailandia	32 440	10 000	294 896	9.09
Brasil	25 000	1 000	83 487	3.339
Honduras	19 000	1 900	25 000	1.316
Nicaragua	14 700	1 470	24 530	1.669
Panamá	8 020	800	7 861	0.98
Irán	7 100	0	17 795	2.506
Perú	5 600	0	22 183	3.961

Nota: adaptado de Boyd & McNevin, 2018.

1.2 Exportaciones

A nivel mundial, el valor exportado en 2019 fue de alrededor de 17 463 millones de dólares, tal como se describe en la Tabla 3.

Entre los principales países exportadores de langostino en sus diferentes presentaciones (Partida 030617) para el año 2019,

se encuentran India, Ecuador, Vietnam. Los principales países exportadores en América Latina son Ecuador, Argentina, México, Perú y Venezuela.



Tabla 3

Veinte primeros países exportadores de la partida 030617 al año 2019

Nro.	Exportadores	Valor exportado en 2019 (miles de USD)	Balanza comercial 2019 (miles de USD)	Cantidad exportada en 2019 (Toneladas)	Valor unitario (USD/unidad)	Tasa de crecimiento anual en valor entre 2015-2019 (%)	Tasa de crecimiento anual en cantidad entre 2015-2019 (%)	Tasa de crecimiento anual en valor entre 2018-2019 (%)	Participación en las exportaciones mundiales (%)	Distancia media de los países importadores (km)	Concentración de los países importadores
	Mundo	17,463,641	-339,277	9,021,474	1,936	6	41	-1	100	8,873	0,14
1	India	4,338,768	4,317,178	604,299	7,180	10	14	-1	24,8	8,726	0,26
2	Ecuador	3,675,300	3,675,295	614,854	5,978	17	21	26	21	13,243	0,34
3	Vietnam	1,961,743	1,740,804	235,714	8,323	3	4	-1	11,2	6,338	0,11
4	Indonesia	1,269,175	1,252,927	149,160	8,509	2	4	-6	7,3	12,373	0,5
5	Argentina	1,052,404	1,048,542	165,512	6,358	9	8	-19	6	13,416	0,17
6	Tailandia	662,545	572,959	67,238	9,854	-2	-4	-5	3,8	7,434	0,21
7	China	507,331	-3,466,020	53,309	9,517	-16	-14	-25	2,9	5,364	0,1
8	México	395,878	395,878	38,588	10,259	6	8	9	2,3	4,072	0,64
9	Bangladesh	364,853	364,626	34,055	10,714	-5	-4	-4	2,1	7,621	0,12
10	España	303,497	-825,391	33,620	9,027	1	-1	-12	1,7	1,327	0,23
11	Malasia	245,333	151,726	32,210	7,617	7	8	29	1,4	4,169	0,19
12	Países Bajos	233,298	-113,482	24,657	9,462	14	15	-4	1,3	919	0,17
13	Perú	229,595	188,773	33,277	6,900	14	17	5	1,3	10,708	0,2
14	Bélgica	205,474	-102,851	24,909	8,249	-4	-1	-18	1,2	600	0,2
15	Nicaragua	158,997	158,906	30,863	5,152	3	10	0	0,9	9,656	0,21
16	Venezuela	141,504	141,030	27,943	5,064	27	26	72	0,8	7,472	0,27
17	Honduras	139,380	139,135	37,648	3,702	-13	-6	-44	0,8	5,308	0,4
18	Arabia Saudita	111,901	58,886	19,777	5,658	21	20	-57	0,6	6,495	0,46
19	Francia	96,631	-612,852	10,399	9,292	7	8	-8	0,6	1,121	0,12
20	Madagascar	86,753	86,568	8,011	10,829	8	4	4	0,5	8,651	0,74

Nota: adaptado de las Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas, TradeMap 2020. En: <https://www.trademap.org/>. La partida 030617 es Camarones y langostinos congelados, incluso ahumado, pelados o no incluidos camarones.



Además, la FAO (2018), describe algunos comportamientos asociados a las exportaciones de langostinos:

- El crecimiento positivo de las exportaciones en India y Ecuador se debió directamente a un aumento de la producción nacional de langostino de cultivo, mientras que cerca del 50 % de las exportaciones vietnamitas consistieron en langostinos importados que están finalmente destinados a China.
- En el año 2017, las exportaciones de langostino de Vietnam a los 20 principales destinos, incluidas las exportaciones oficiales a China, totalizaron 264 000 t, lo que representa solo un aumento del 1.1% en comparación con 2016. Sin embargo, considerando las grandes reexportaciones de Vietnam

a China (que comprende 60 % - 70 % de las importaciones en Vietnam), las exportaciones totales de langostino de Vietnam al mercado mundial fueron casi un 25 % más altas en 2017, con 530 000 t en comparación con 2016.

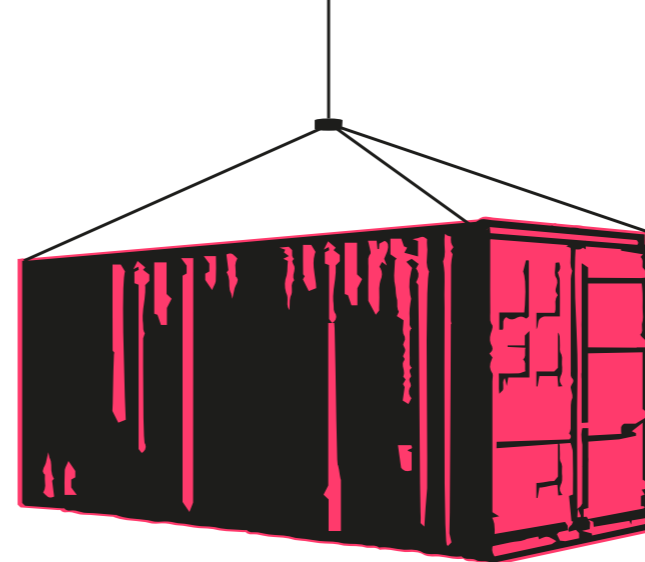
- Las exportaciones de Indonesia y China disminuyeron debido a la menor producción interna. Las exportaciones tailandesas disminuyeron en los principales mercados, excepto en Japón.
- Las capturas de langostino en Argentina alcanzaron más de 200 000 t en 2017 y hubo un aumento del 14.7 % en las exportaciones a 183 300 t en comparación con 2016. Las exportaciones a Japón aumentaron en un 40 % a 18 000 t y a Vietnam en un 80 % a 11 400 t.

Tabla 4

Principales países exportadores de Langostinos, todos los tipos (en miles de t)

Exportadores	Exportar		Cambios porcentuales 2017 / 2016
	2019	2020	
Ecuador	140.3	167.0	+19
India	125.4	146.9	+17.1
Vietnam*	62.9	59.9	-4.6
Indonesia	45.7	55.3	+20.9
Tailandia	35.9	34.3	-4.4
Argentina	33.1	28.9	-13.1
China	35.1	27.8	-20.8

Nota: adaptado de (FAO, 2020, p. 39). Los valores corresponden al primer trimestre (Ene-Mar) y fueron obtenidos de los datos oficiales de cada país. *valores estimados



1.3 Importaciones

De acuerdo con la FAO (2018), en 2017 se importaron aproximadamente 2.3 millones de t de todos los tipos de langostinos a los siete principales mercados mundiales, aproximadamente un 15 % más que en 2016. La demanda en el este de Asia fue mayor en 2017, atrayendo grandes volúmenes de suministros en todo el mundo.

Tabla 5

Principales países importadores de Langostinos, todos los tipos (en miles de t)

Países	Importador		Variación 2020-2019 (%)
	2019	2020	
Unión Europea	178.4	187.1	+4.5
China	138.1 (*168)	176.2 (*199)	+27.6 (*+18.5)
Estados Unidos	146.3	168.6	+15.3
Japón	44.1	46.2	+4.6
República de Corea	18.4	16.0	-12.5
Taiwán	11.1	14.9	+34
Vietnam	60.129	14.3	-76.2

Fuente: adaptado de (FAO, 2020, p. 39). Los valores corresponden al primer trimestre (Ene-Mar) y fueron obtenidos de los datos oficiales de cada país. *Incluye valores estimados de las importaciones a través del comercio fronterizo con Vietnam y Myanmar.

En el caso específico del langostino (Figura 5), a nivel mundial se identifican dos grandes grupos de importadores: los mayores compradores y los compradores dinámicos; en el periodo 2012-2016, han tenido un gran crecimiento en sus importaciones. El primer grupo conformado por Estados Unidos (US\$ 4.6 mil millones), Japón (US\$ 1.6 mil millones), España (US\$ 1.1 mil millones), Francia (US\$ 738 millones) e Italia (US\$ 491 millones). En el

segundo grupo figuran República Dominicana (US\$ 13 millones y un crecimiento de 171.9 %), Emiratos Árabes (US\$ 168 millones y un crecimiento de 64.9 %), México (US\$ 66 millones y un crecimiento de 56.6 %), China (US\$ 292 millones y un crecimiento de 30.7 %) y Holanda (US\$ 357 millones y un crecimiento de 11.2 %).



Figura 5

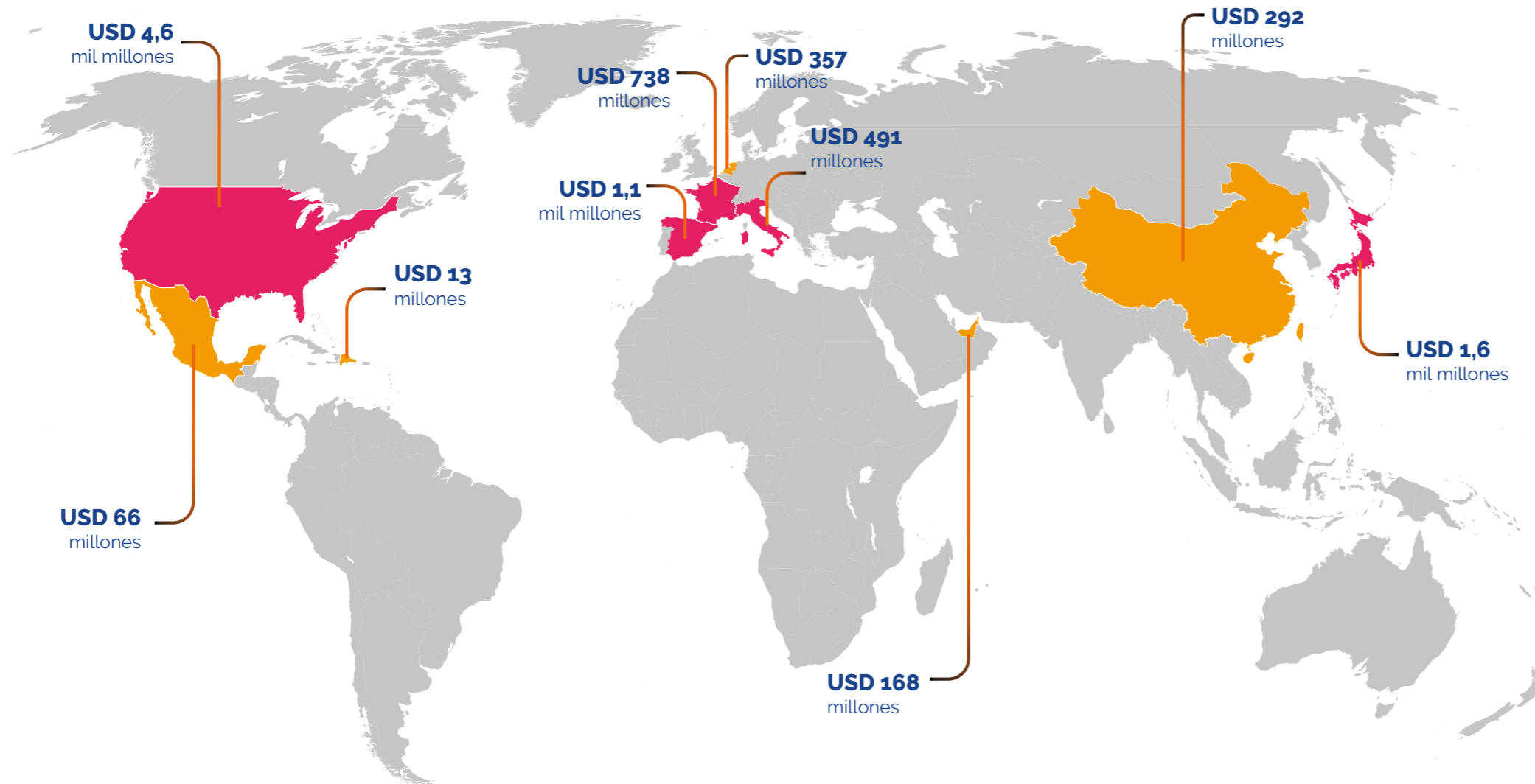
Importaciones mundiales en el 2016

Mejores compradores

- Estados Unidos
- Japón
- España
- Francia
- Italia

Compradores dinámicos TCP 2012 - 2016

- República Dominicana (+ 171.9 %)
- Emiratos Árabes (+ 64.9 %)
- México (+ 56.6 %)
- China (+ 30.7 %)
- Holanda (+ 11.2 %)



El caso de Vietnam es fuera de lo común, ya que probablemente ha estado importando para reexportar compromisos comerciales que no ha podido cumplir. Los informes de la industria indicaron que 60 % o 70 % de las importaciones vietnamitas se reexportaron a China, lo que indica una doble notificación en el comercio internacional. Estados Unidos es el primer comprador a nivel mundial a lo largo del tiempo, al igual que Japón y los principales países europeos.

1.4 Precios

Según la FAO (2018), a pesar del aumento de la producción de langostino cultivado, los precios estimados en el comercio internacional se mantuvieron estables a lo largo de 2017. Además, en el 2020, los precios de exportación del langostino en Ecuador cayeron un 25 % entre marzo y abril; la situación empeoró con la pandemia en los meses posteriores.

El valor unitario exportado más alto de la partida 030617, dentro de los 20 primeros productores al año 2019, corresponde a Bangladesh (10 713 USD/t), seguido de México (10 259 USD/t); mientras que los países con menor valor unitario por t fueron Ecuador (5 978 USD/t) Nicaragua (5 152 USD/t) y Venezuela (5 325 USD/t); Perú se encuentra con precios por tonelada de aproximadamente 6 900 USD/t.



2 ÁMBITO NACIONAL

En esta sección se describe el diagnóstico de la cadena a nivel nacional, que incluye los niveles de producción, productividad, exportaciones e importaciones, así como precios a nivel nacional.

2.1 Producción

En el Perú, el cultivo de *Litopenaeus vannamei* se concentra principalmente en Tumbes y Piura. Además, la FAO, registra los inicios de la acuicultura del langostino, que se remontan a los años 70 con los cultivos experimentales realizados por IMARPE y las primeras experiencias comerciales en los años 90 con sistemas semi-intensivos; asimismo, el surgimiento y operación comercial de cinco laboratorios de producción de semilla, logrando buenos rendimientos que se concretaron en exportaciones a Brasil, Ecuador y Colombia (Ramírez-Gastón et al., 2018).

Lamentablemente, en el año 1998, el Fenómeno de "El Niño" afectó parte de la infraestructura de los laboratorios de larvas instalados en aquella época; y posteriormente la demanda de larvas se redujo drásticamente con la crisis sanitaria a causa del virus de la mancha blanca (*WSSV-White Spot Syndrome Virus*) en el año 1999 poniendo en peligro la industria langostinera. Frente a esta crisis sanitaria la alianza entre IMARPE y la Asociación Langostinera Peruana (ALPE) implementaron con éxito, medidas y sistemas de bioseguridad para reducir las ocurrencias de infecciones; permitiendo a algunas empresas dar un salto tecnológico y mejorar su productividad (Ramírez-Gastón et al., 2018).

2.1.1 TAMAÑO DE LA PRODUCCIÓN

El Ministerio de la Producción (2019), destaca los departamentos de Tumbes y Piura como principales productores de langostino. En Tumbes, la producción se duplicó entre el año 2009 y 2018 al pasar de 12 mil t a 28 mil t en dicho periodo; mientras que en Piura se triplicó al pasar de 1 277 t a 3 574 t.

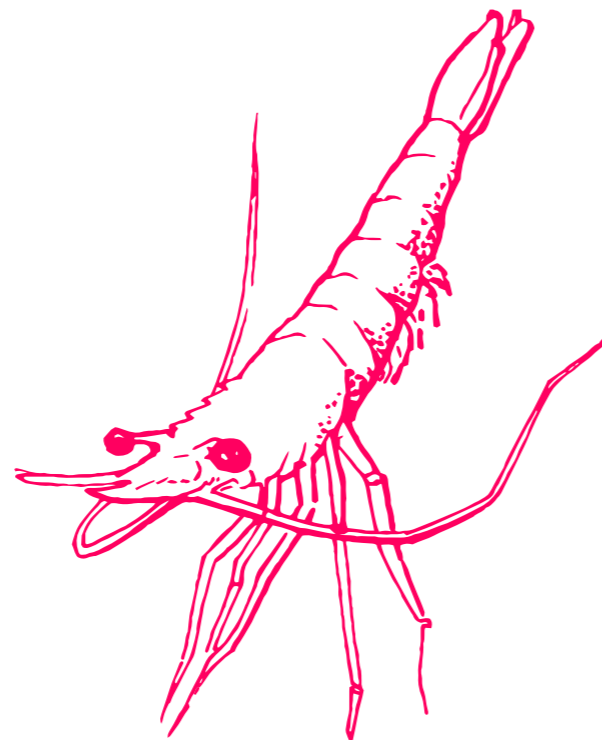
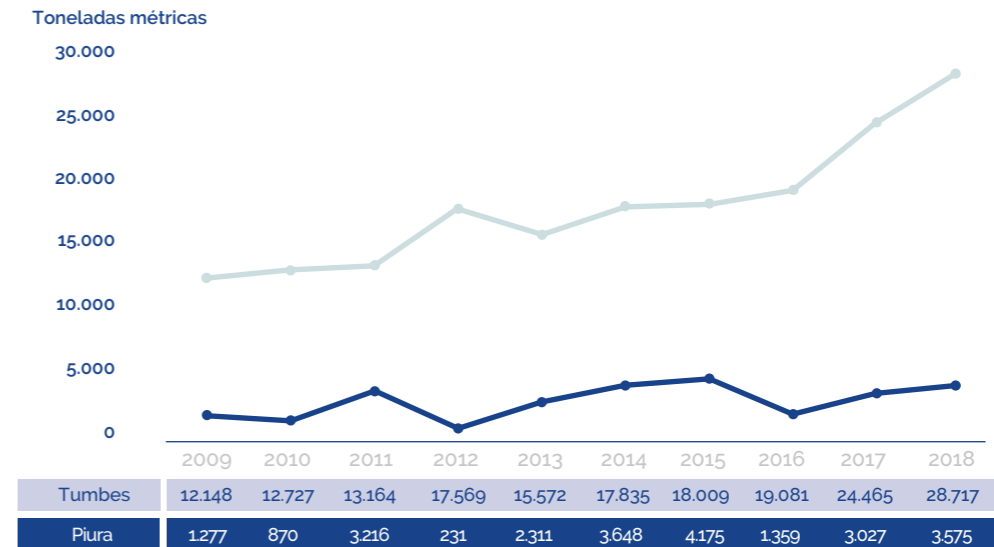


Figura 6

Producción de Langostinos en Perú 2009-2018 (t)



Nota: elaborado a partir del Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2018. (Ministerio de la Producción, 2019)

2.1.2 TIPOS DE PRODUCCIÓN

El reglamento de la ley general de acuicultura establece tres categorías productivas:

- **Acuicultura de Recursos Limitados (AREL):** se desarrolla mediante cultivos a nivel extensivo. Es practicada de manera exclusiva o complementaria por personas naturales y alcanza a cubrir la canasta básica familiar. Se realiza principalmente para el autoconsumo y emprendimientos orientados al autoempleo. La producción anual de la AREL no supera las 3,5 t brutas.
- **Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa (AMYPE):** se desarrolla mediante cultivos a nivel extensivo, semi-intensivo e intensivo. Es practicada con fines comerciales por personas naturales o jurídicas. La producción

anual de la AMYPE no supera las 150 t brutas. En esta categoría se encuentran los centros de producción de semilla y de cultivo de peces ornamentales, independientemente de su volumen de producción. Las autorizaciones de investigación están comprendidas dentro de esta categoría, así como las actividades acuícolas que se realizan en las áreas naturales protegidas que deberán observar las condiciones de esta categoría.

- **Acuicultura de Mediana y Gran Empresa (AMYGE):** se desarrolla mediante cultivos a nivel semi-intensivo e intensivo. Es practicada con fines comerciales por personas naturales o jurídicas. La producción anual de los AMYGE es mayor a las 150 t brutas.

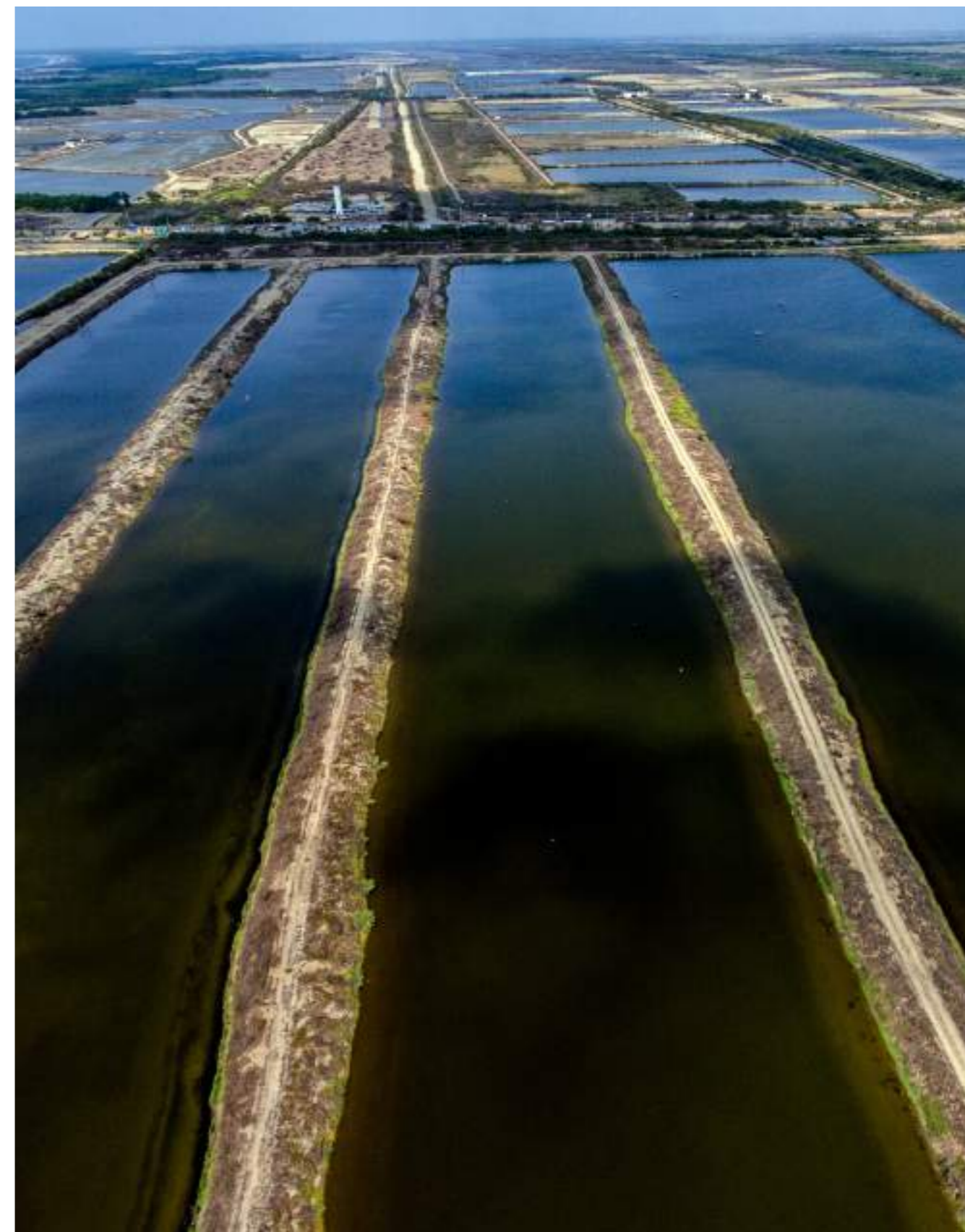


Tabla 6

Distribución de derechos para actividad acuícola en langostinos, por categoría productiva y departamento

Categoría Productiva/ Tipo de Derecho	UND	Tumbes		Piura			
		Continental	Marítimo	Continental	Marítimo	Continental	Marítimo
Acuicultura de Mediana y Gran Empresa - AMYGE	Ha	-	4 950.83	500	-	-	-
Autorizaciones	N°	-	37	1	-	-	-
Concesiones	N°	-	-	-	-	-	-
Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa - AMYPE	Ha	-	1 546.95	-	-	4.18	-
Autorizaciones	N°	-	44	-	-	2	-
Concesiones	N°	-	1	-	-	-	-
Acuicultura de Recursos Limitados - AREL	Ha	-	1.6	-	-	-	-
Autorizaciones	N°	-	1	-	-	-	-
Concesiones	N°	-	-	-	-	-	-

Nota: elaborado a partir de la aplicación SIG Web del Catastro Acuicola Nacional. Revisado el 21 de diciembre de 2020. En: <http://catastroacuicola.produce.gob.pe/>





Las principales autorizaciones de cultivo de langostino se concentran en Tumbes, seguido por Piura. Sin embargo, la producción en estas dos últimas regiones es muy inferior a la registrada en Tumbes.

2.1.3 NIVEL REGIONAL

Las provincias con mayor cantidad de autorizaciones son la de Tumbes (35) y Zarumilla (31), y la de menor cantidad es Contralmirante Villar (9).

Perú cuenta con dos productores de gran escala con más de 150 hectáreas; 20 productores de mediana escala con más de 100 hectáreas y unos 50 productores de pequeña escala con más de 20 hectáreas (Seafood TIP, 2018a).

Los principales departamentos donde se cultivan langostinos son Tumbes y Piura, siendo el primero de ellos el de mayor importancia, con una participación del 89 % sobre el volumen total de langostino proveniente de la acuicultura para el año 2017 (Tabla 7).

De acuerdo con el Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2017 del Ministerio de la Producción, Piura cuenta con 500 hectáreas de producción y Tumbes con 6 340 hectáreas.

Tabla 7

Cosecha de langostino en Perú según departamento y ámbito. 2017

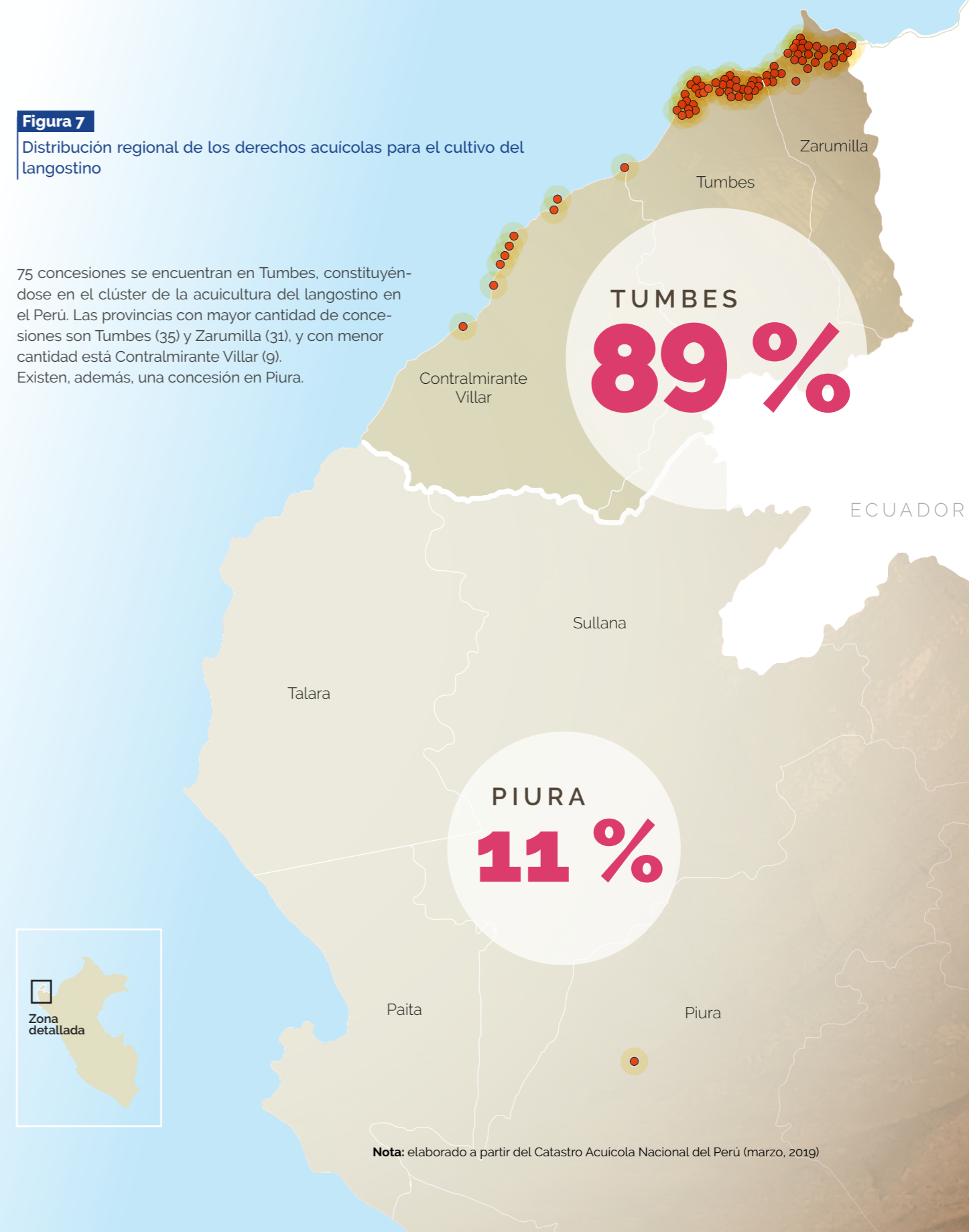
Departamento	Total	Continental	Maricultura
Tumbes	28 717,18	0	28 717,18
Piura	3 574,7	3 574,7	0

Nota: elaborado a partir del Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2018. (Ministerio de la Producción, 2019). En los anuarios estadísticos del Ministerio de la Producción, se indica que la producción del departamento de Piura es maricultura. Sin embargo, la producción acuícola de Piura en realidad es continental.

Figura 7

Distribución regional de los derechos acuícolas para el cultivo del langostino

75 concesiones se encuentran en Tumbes, constituyéndose en el clúster de la acuicultura del langostino en el Perú. Las provincias con mayor cantidad de concesiones son Tumbes (35) y Zarumilla (31), y con menor cantidad está Contralmirante Villar (9). Existen, además, una concesión en Piura.



Nota: elaborado a partir del Catastro Acuicola Nacional del Perú (marzo, 2019)



2.2 Productividad

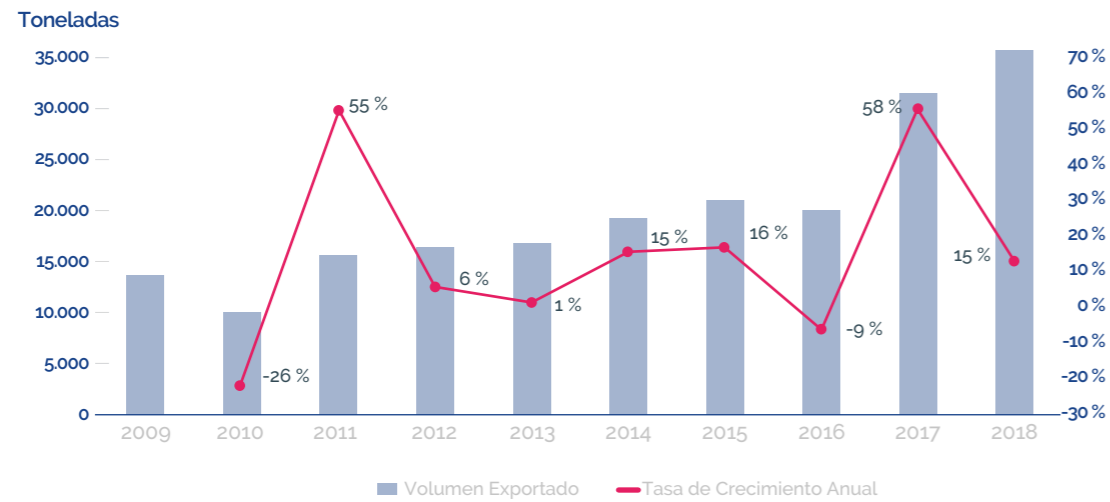
Piura cuenta con 500 hectáreas de producción y Tumbes con 6 497 hectáreas. La producción en el año 2018 fue de 3 574.7 t para Piura y de 28 717.18 t para Tumbes. Con estos datos se podría indicar que la productividad anual se encuentra entre 4.42 t/Ha para Tumbes y 7.15 t/Ha para Piura en el año 2018.

2.3 Exportaciones

Las exportaciones de langostino del Perú entre 2009 y 2018 tuvieron un crecimiento del 171 % al pasar de 13 mil t a 36 mil t. Al 2018 las exportaciones crecieron un 14 % con respecto al 2017. Sin embargo, la producción acuícola de langostino representa solamente alrededor de 70 % de las exportaciones en 2017 (22 815 t). La diferencia corresponde a langostinos de otros orígenes procesados en el país.

Figura 8

Exportación de Langostino proveniente de la acuicultura periodo 2009-2018 (t)



Nota: elaborado a partir del Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2018. (Ministerio de la Producción, 2019)

.....
En términos de valor, las exportaciones durante el periodo 2012-2019 se expandieron un 148 % al pasar de 91.8 millones de dólares a 228.6 millones de dólares. Al 2019 las ventas al exterior crecieron 13 % con respecto al 2018.

En términos de valor, las exportaciones durante el periodo 2012-2019 se expandieron un 148 % al pasar de 91.8 millones de dólares a 228.6 millones de dólares. Al 2019 las ventas al exterior crecieron 13 % con respecto al 2018.

Estados Unidos es el principal destino de las exportaciones de langostino del Perú. Sin embargo, durante el periodo 2008-2017, se observa que gradualmente este país ha perdido participación al pasar de un 72 % a un 46 %, dando cuenta de una posible diversificación de mercados de exportación. España es el segundo destino de exportación con un promedio de participación del 20 %.

El 46.1 % de las exportaciones de langostino del Perú se destina a los países del continente americano, el 30.2 % al mercado europeo y el restante 23.7 % a Asia, África y Oceanía.

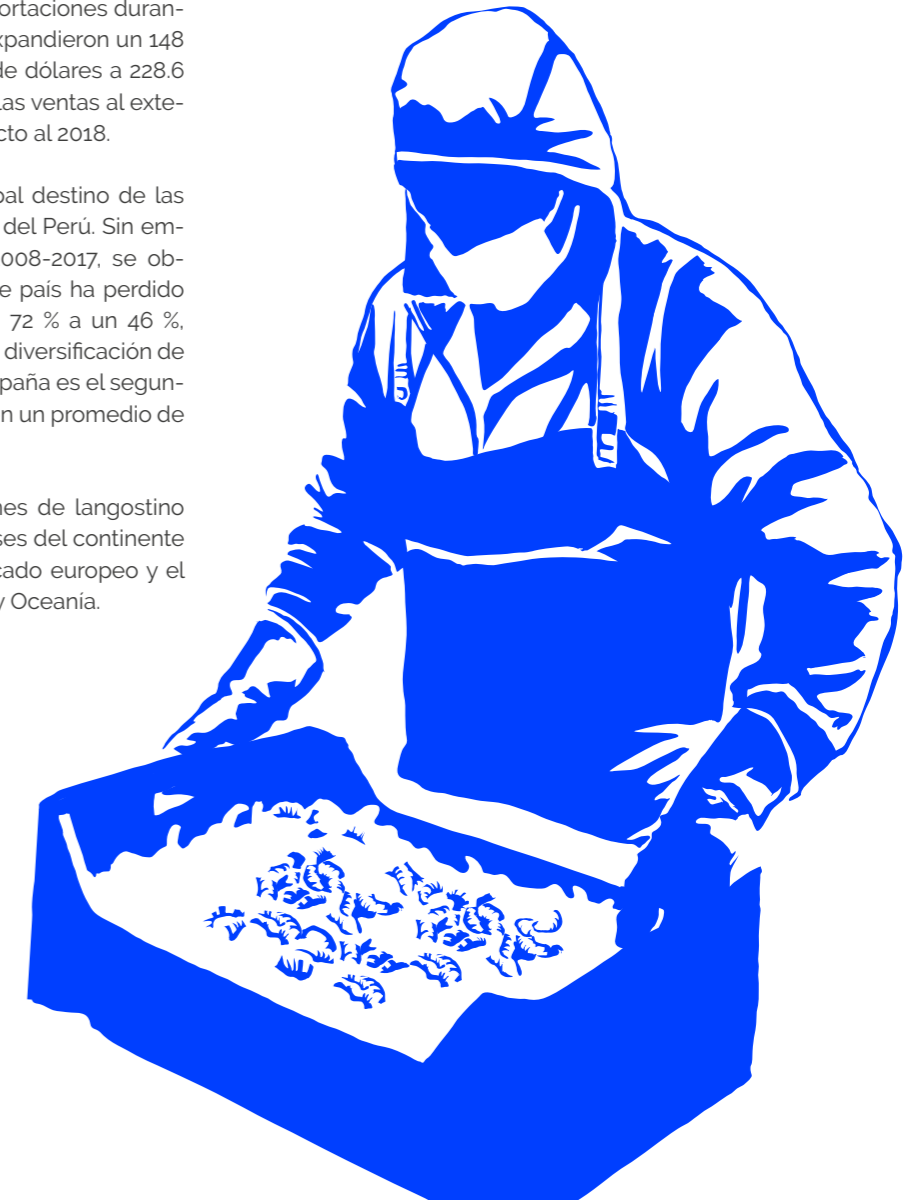
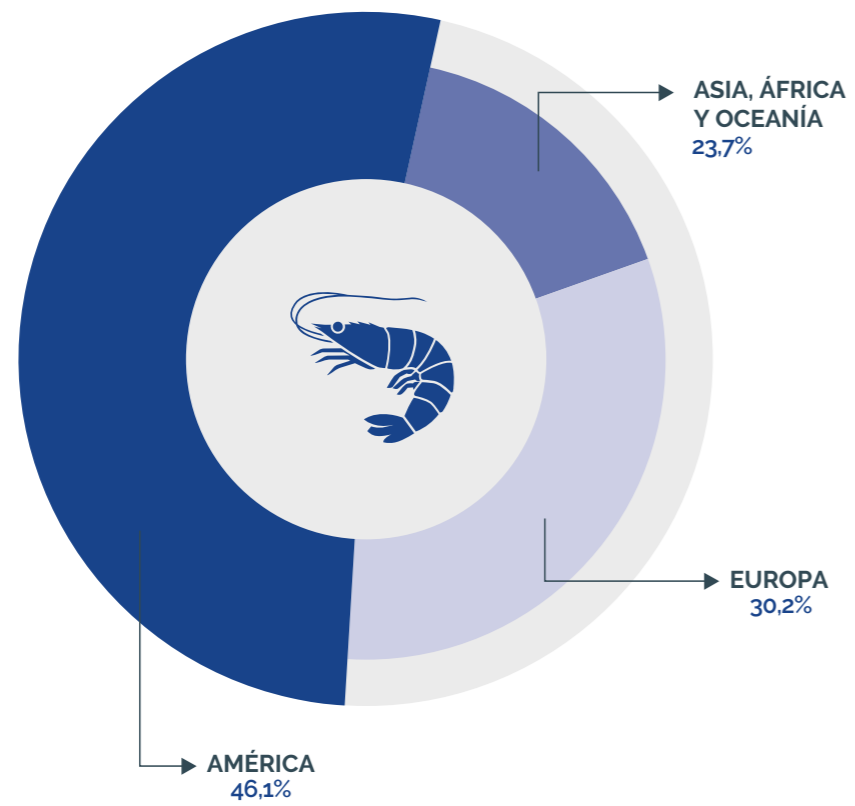


Figura 9

Principales destinos de exportación de Langostino del Perú, por Continente al año 2018

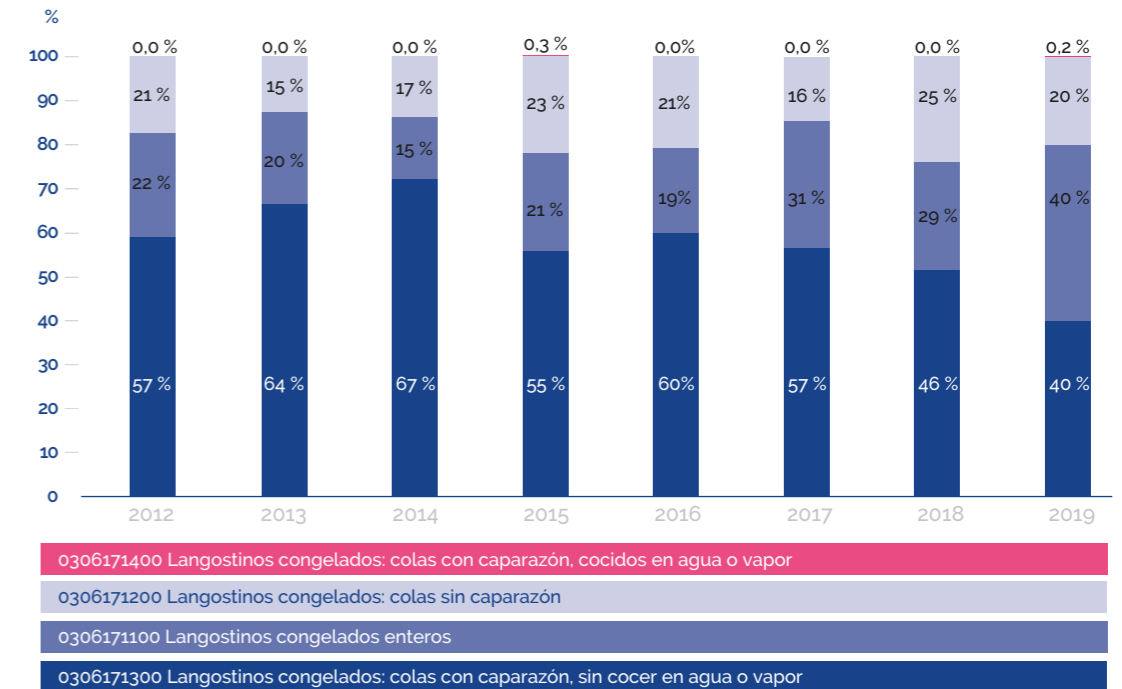


Nota: elaborado a partir del Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2018 (Ministerio de la Producción, 2019)

Según el volumen, el principal producto de langostino exportado durante el periodo 2012-2019 fue colas congeladas con caparazón sin cocer en agua o vapor con una participación promedio de 56 % sobre el total exportado, seguido de langostinos enteros congelados con 23,8 % y colas de langostinos congeladas sin caparazón con 20,5 %.

Figura 10

Participación del valor exportado de las partidas de exportación de Langostino congelado en el periodo 2012-2019 (%)

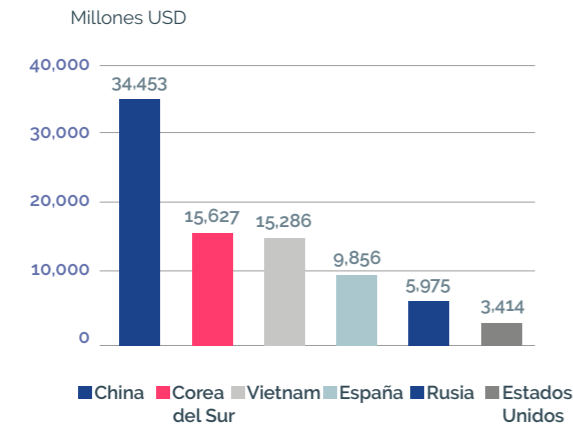


Nota: Adaptado de Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas TradeMap, 2020. En: <https://www.trademap.org/>

Figura 11

Principales destinos de exportación de langostinos congelados por partidas nacionales

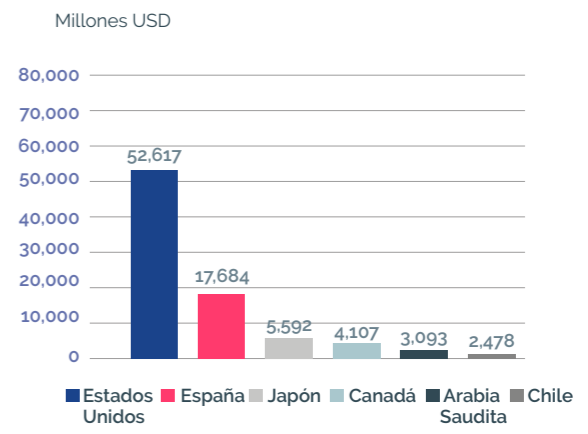
Los principales destinos de exportación de langostinos congelados enteros (Partida 0306171100) de Perú en 2019



En todos estos países se ha registrado un crecimiento en las compras en los últimos años. El caso de Vietnam, sin embargo, amerita una mayor evaluación debido a que es uno de los principales exportadores del mundo y antes del 2016, Perú no registraba exportaciones a dicho país. Estas exportaciones pueden estar destinadas a la reexportación a otros países debido a saldos faltantes para sus compromisos ya pactados.

En promedio, los mayores demandantes de langostinos congelados es Estados Unidos de América y se encuentra un poco alejados de los principales proveedores de este producto (India y Vietnam). En este caso, se observa que Perú tiene una ventaja logística para la exportación de nuestros productos de esta partida, a este y otros mercados cercanos como EE. UU., en atención a que el flete se reduce y este afecta significativamente en el precio, por tratarse de un producto que se exporta congelado.

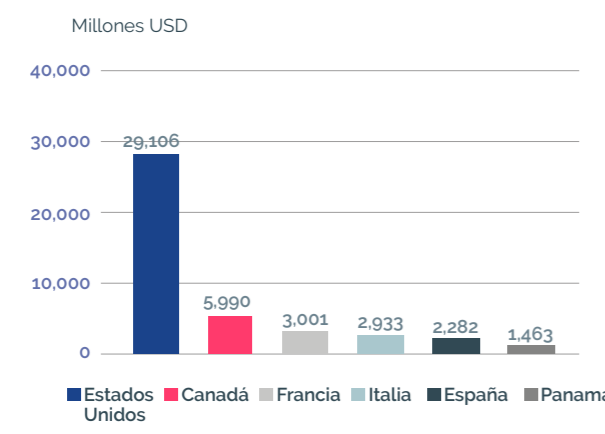
Los principales destinos de exportación de langostinos congelados: colas con caparazón (Partida 0306171300) de Perú en 2019:



Un ejemplo más fácil de entender es Chile con quien tenemos un saldo comercial positivo para este producto, además tenemos una ventaja clara en distancia con respecto a otros proveedores. A Chile le sería más costoso importar de Vietnam, India y hasta de Ecuador, salvo facilidades logísticas con las que cuenta nuestro país vecino del norte.

El total exportado de esta partida en 2016 fue de 30.1 millones de dólares; en el 2017 llegó a los 50.4 millones de dólares. La tendencia va claramente al aumento de las exportaciones, al ver que las exportaciones de esta partida en 2013 alcanzaban los USD 26.3 millones.

Los principales destinos de exportación de langostinos congelados: colas sin caparazón (Partida 0306171200) de Perú en 2019:

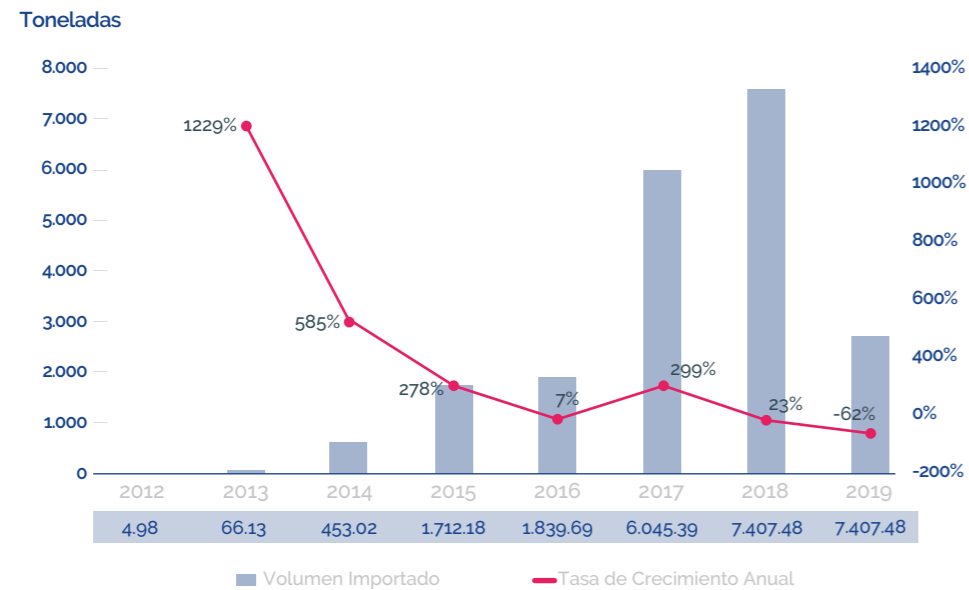


2.4 Importaciones

Durante el periodo 2012-2019, las importaciones de langostino en volumen tuvieron una tendencia creciente, pasando de 4.9 t a 2 791 t. Situación similar ocurrió con el valor importado, pasando 32 mil dólares a 22 409 mil dólares. Aunque en el último periodo 2018-2019 la tasa fue negativa.

Figura 12

Importaciones de langostino en el Perú (kg y tasa de crecimiento anual) 2012-2017



Nota: adaptado de Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas TradeMap, 2020. En: <https://www.trademap.org/>

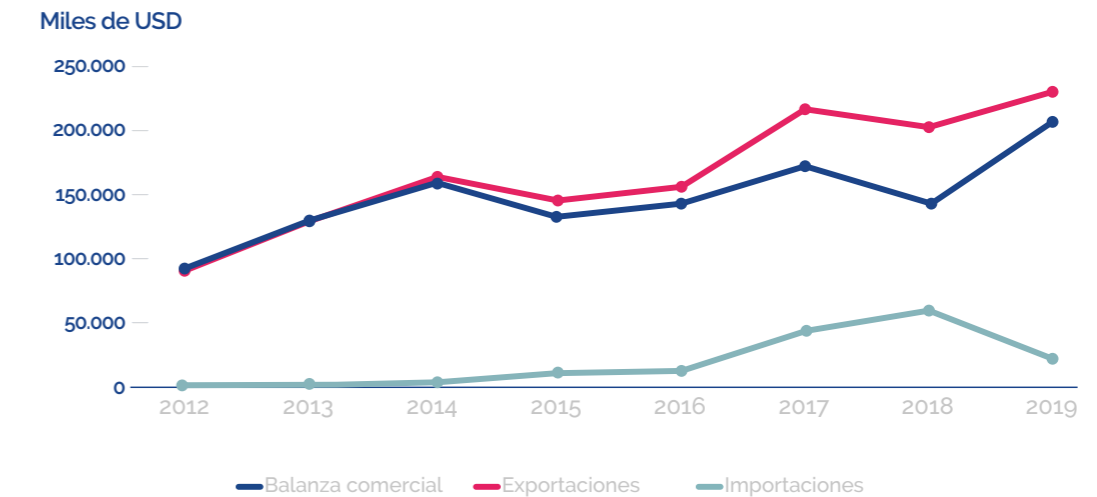
Estas cifras representan la sumatoria de los datos registrados bajo las siguientes subpartidas arancelarias del Perú: 0306171100, 0306171200, 0306171300 y 0306171400. Se consideraron estas subpartidas arancelarias dado que son las que emplea el Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior del Perú SIICEX para referenciar el comercio exterior del langostino en el país. Se toman los datos disponibles del 2012 en adelante dado que la subpartida arancelaria 030617 se creó en la revisión 2012 del Sistema Armonizado (SA). De acuerdo con la OMS, las subpartidas arancelarias de la revisión 2007 del SA que corresponden con la subpartida 030617 de la versión 2012 son 030613 y 160520, sin embargo, en la plataforma TradeMap no se reportan datos para Perú en esas subpartidas y adicionalmente en el sistema PromperuStat no se encuentran datos de importación.

2.5 Balanza comercial

De manera continua, durante el periodo 2012-2019, la balanza comercial presentó superávit con una tendencia ascendente, creciendo un 124 % entre esos dos años de comparación al pasar de 91.8 millones de dólares a 206 millones de dólares.

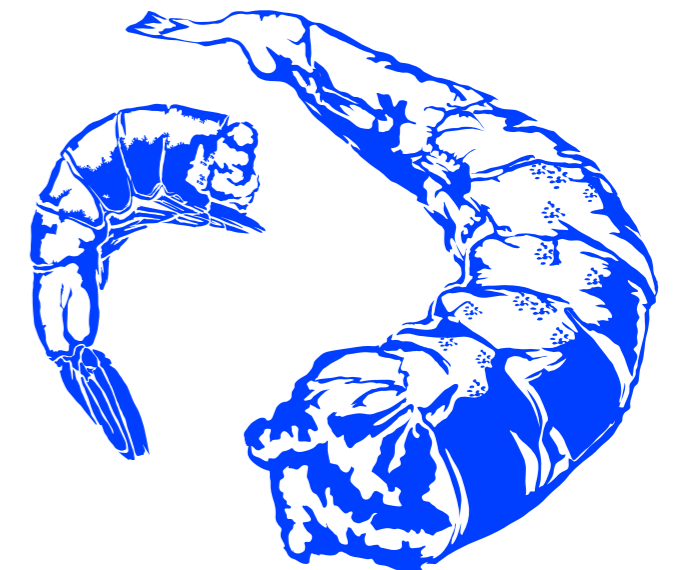
Figura 13

Balanza Comercial de Langostino en el Perú (Miles de USD \$ FOB). 2012-2019



Nota: elaborado a partir de las Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas TradeMap, 2020. En: <https://www.trademap.org/>. La balanza comercial se calculó a partir de las partidas nacionales de exportación para langostino congelado 0306171300; 0306171100; 0306171200 y 0306171400.

En el caso de langostinos congelados: colas con caparazón, cocidos en agua o vapor (Partida 0306171400), las exportaciones del 2015 fueron de 57 mil kg, teniendo como principales destinos España con 40 mil kg y Estados Unidos con 17 mil kg. En total 401 mil dólares en ventas: a España 258 mil dólares y a Estados Unidos, 143 mil dólares.





2.6 Precios

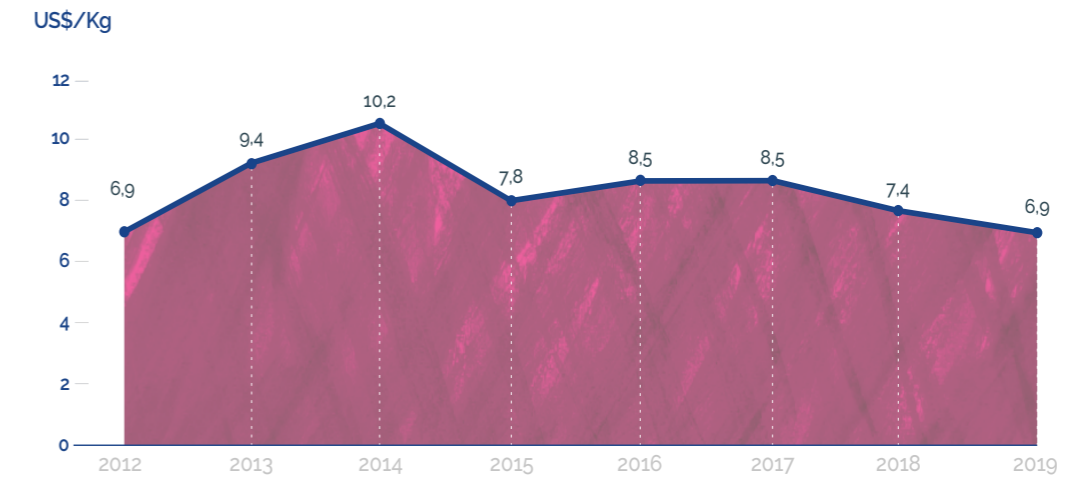
Durante el periodo 2012-2019 el precio de venta al exterior del langostino se mantuvo en un promedio de 8.2 USD/kg, con un pico en 2014 de 10.2 USD/kg.

El 2018, los países que pagaron un mayor precio unitario por kilogramo de langostinos congelados enteros fueron Estados Unidos,

Canadá, Corea del Sur y Chile. En el caso de langostinos congelados enteros en colas sin caparazón fueron Francia, Canadá, Rusia y los Países Bajos. Por último, en el caso de langostinos congelados enteros colas de caparazón fueron Alemania, Estados Unidos y Dinamarca.

Figura 14

Precio promedio por kilo en las exportaciones de Langostino (USD \$/Kg)



Nota: elaborado a partir de las Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas TradeMap, 2020. En: <https://www.trademap.org/>. Se calculó a partir de las partidas nacionales de exportación para langostino congelado 0306171300; 0306171100; 0306171200 y 0306171400.

3 ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR EN EL PERÚ

.....
 Luego de establecer el análisis del ámbito mundial y nacional de la cadena de la acuicultura langostinera, se observa claramente que ésta tiene una alta vocación exportadora.

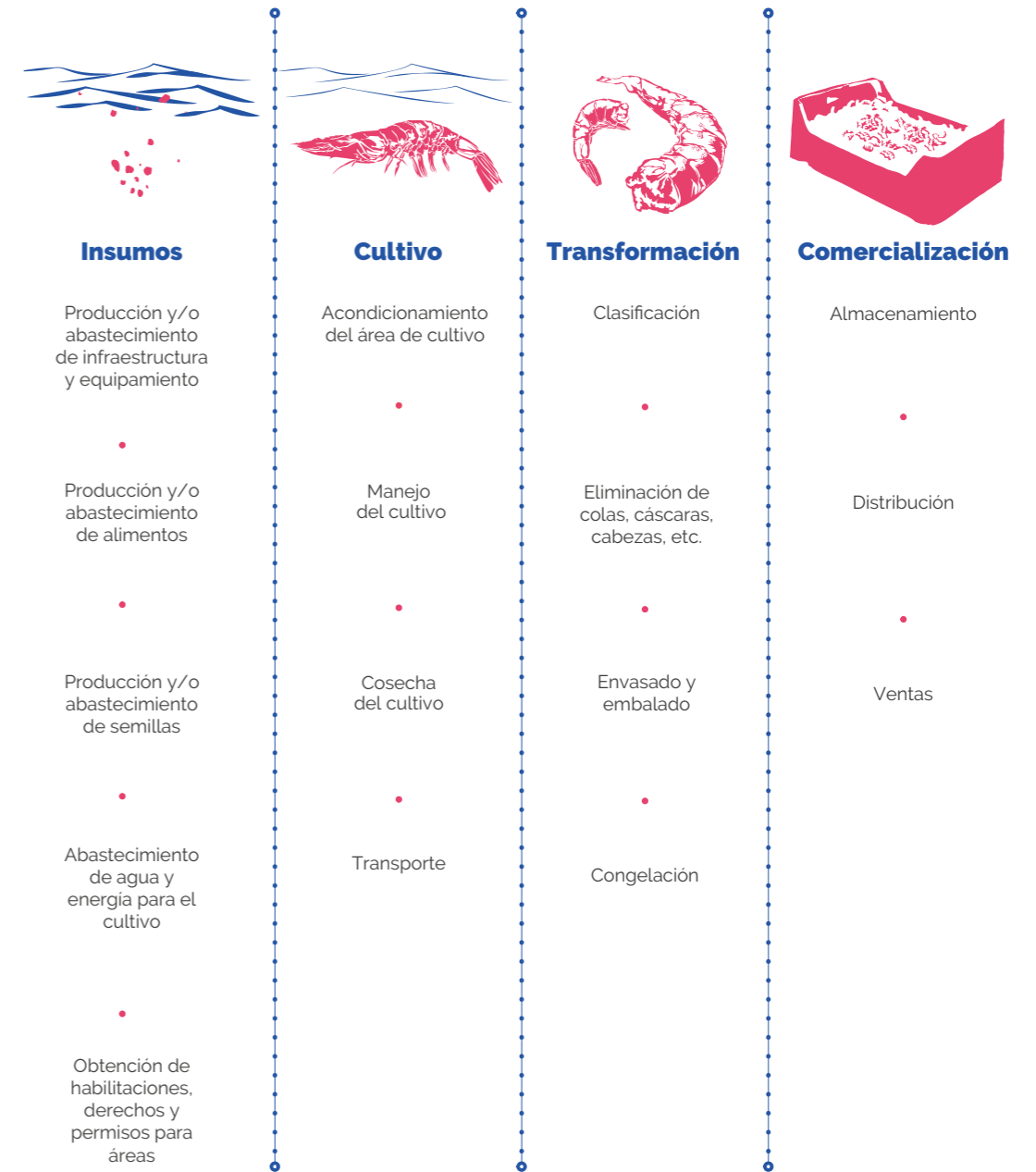
3.1 Modelo de la cadena de valor

En el Perú, a través del Plan Nacional de Desarrollo Acuícola (PNDA/VPA), se estableció un modelo general de cadena productiva para la acuicultura peruana que la subdivide en cuatro eslabones: laboratorio, cultivo, industria y mercado. Esta división fue tomada como referencia en el planteamiento inicial del estudio; no obstante, en el proceso de consulta, se trabajó con un modelo alternativo, basado en cuatro grandes eslabones: insumos, cultivo, transformación y comercialización, que facilitaron la identificación de limitaciones, oportunidades y factores críticos de la misma, que facilitaron la identificación de limitaciones y factores críticos de la cadena de valor.

El modelo adoptado en el estudio simplifica la complejidad de la cadena de valor del langostino, establecida en el artículo 2 de la Ley N° 28846 y la define como: "un sistema que agrupa a los actores económicos interrelacionados por el mercado y que participan articuladamente en actividades que generan valor, alrededor de un bien o servicio, en las fases de provisión de insumos, producción, conservación, transformación, industrialización, comercialización y consumo final en mercados internos y externos".

Figura 15

Eslabones y procesos de la cadena productiva del Langostino

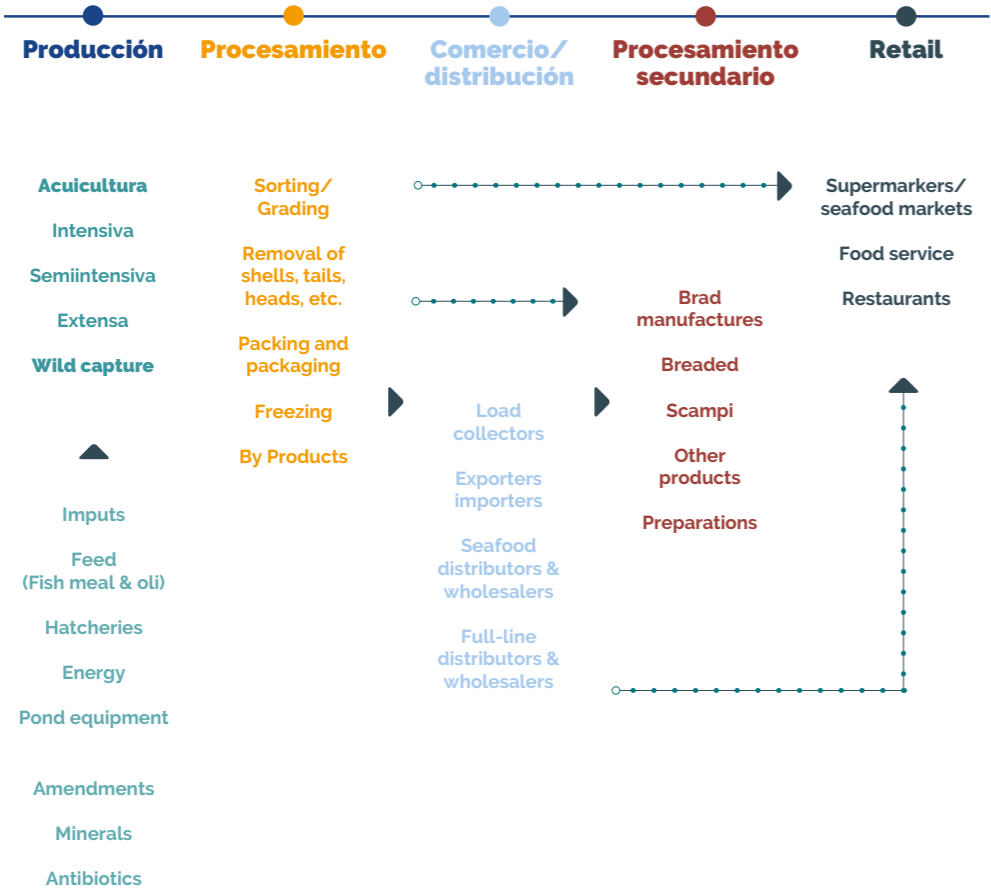


Nota: elaboración propia en base a Barsimantov, 2019; Daly & Fernandez-Stark, 2018; PROMPEX, 2005



Adicionalmente, el modelamiento de la cadena de valor del langostino peruano debe considerar las implicancias de extender la cadena de valor hacia los consumidores finales del mercado mundial. Como referencia, se presenta la propuesta de Daly & Fernandez-Stark (2018), donde se observan los eslabones de comercio/distribución, procesamiento secundario y retail, eslabones aún poco desarrollados en Perú pero que merecen tenerse en cuenta en el futuro de la gestión de la cadena.

Figura 16 | Cadena de valor global del langostino

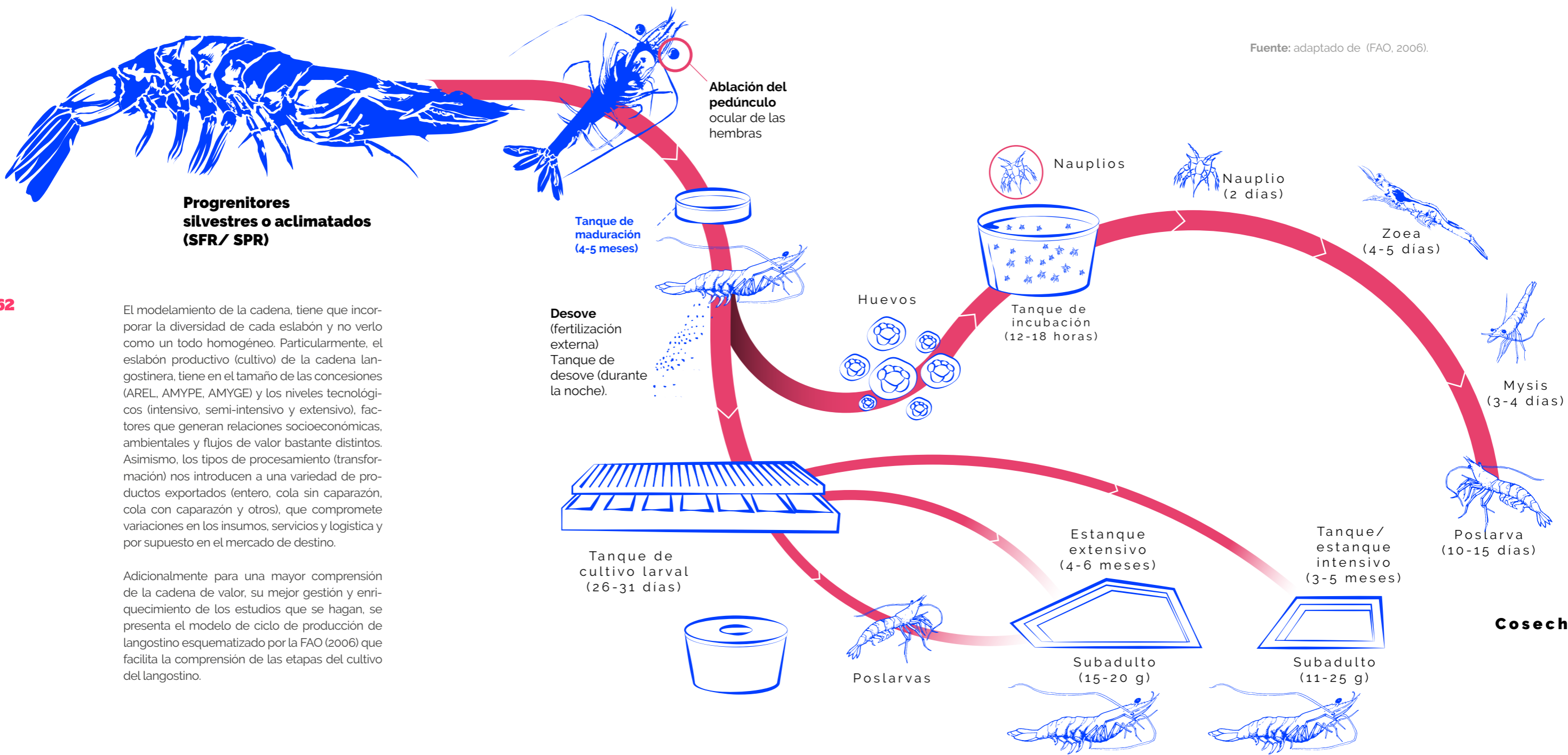


Nota: adaptado de Daly & Fernandez-Stark, (2018)



Figura 17

Modelo general del ciclo de producción del langostino (*Penaeus vannamei*)



Fuente: adaptado de (FAO, 2006).

El modelamiento de la cadena, tiene que incorporar la diversidad de cada eslabón y no verlo como un todo homogéneo. Particularmente, el eslabón productivo (cultivo) de la cadena langostinera, tiene en el tamaño de las concesiones (AREL, AMYPE, AMYGE) y los niveles tecnológicos (intensivo, semi-intensivo y extensivo), factores que generan relaciones socioeconómicas, ambientales y flujos de valor bastante distintos. Asimismo, los tipos de procesamiento (transformación) nos introducen a una variedad de productos exportados (entero, cola sin caparazón, cola con caparazón y otros), que compromete variaciones en los insumos, servicios y logística y por supuesto en el mercado de destino.

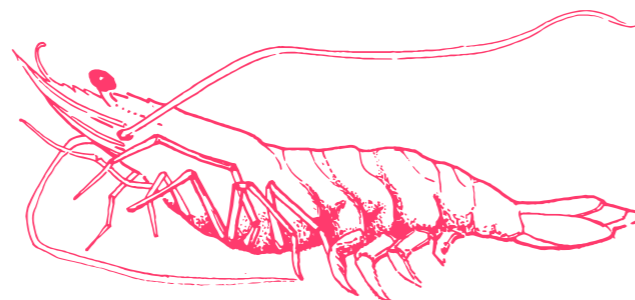
Adicionalmente para una mayor comprensión de la cadena de valor, su mejor gestión y enriquecimiento de los estudios que se hagan, se presenta el modelo de ciclo de producción de langostino esquematizado por la FAO (2006) que facilita la comprensión de las etapas del cultivo del langostino.

3.1.1 INSUMOS

En este eslabón, tal como se plantea en el modelo propuesto, los principales insumos son: alimentos, semillas y larvas, agua, infraestructura y equipamiento, energía, y habilitaciones, derechos y permisos para áreas acuícolas.

Al revisar el análisis y evaluación que realiza el PNDA/VPA sobre este eslabón, se destaca el interés principal en los componentes alimentos, larvas, agua, fuerza de trabajo, infraestructura y equipamiento. Aunque reconoce que el componente "fuerza de trabajo" no lo han abordado como un insumo en sí mismo y lo asumen como un factor importante del entorno que impacta en distintos eslabones de la cadena.

El PNDA/VPA evalúa que los insumos en general no son un obstáculo para la acuicultura langostinera, ya que ésta dispone de la solvencia económica para adquirir lo necesario en el mercado nacional y extranjero. Además, de contar con la infraestructura adecuada para el transporte de sus productos hacia las plantas procesadoras y al mercado de exportación.



Alimento

Abastecimiento

El insumo más costoso para la acuicultura es el alimento. Hoy en día en Perú se cuenta con la presencia de empresas nacionales como Aquatech, Purina y Nicovita en todas las áreas acuícolas importantes. Adicionalmente, las empresas más grandes del sector trabajan con alimentos de empresas transnacionales como Skretting y Biomar, que son fabricados en Ecuador.

A continuación, se muestra las características físicas del extruido para las diversas etapas del ciclo de vida del langostino, desarrollado por una empresa peruana.

Tabla 8

Propuesta de programa de alimentación con alimentos de la marca Aquatech

AQUATECH	Tamaño Extruido (mm)	Partículas/g (número)	Peso langostino (g)	Tasa (% biomasa)
Pre inicio 1	0.3 a 0.5	2900	0.002 a 0.1	30 a 20
Pre inicio 1	0.5 a 1.0	2000	0.1 a 0.5	20 a 15
Inicio 1	0.8 x 1.3	750	0.5 a 1	15 a 12
Inicio 2	1.2 x 1.2	480	1 a 3	12 a 6
Inicio 3	1.7 x 1.7	280	3 a 5	4.5 a 2.6
Engorde 1	1.7 x 1.7	280	5 a 10	4.5 a 2.6
Engorde 2	1.7 x 3.5	180	> 10	2.6 a 1.3
Engorde STD y Premium	2.5 x 3.5	95	> 10	2.6 a 1.3

Fuente: Aquatech (2018).

Cabe resaltar que, además de los alimentos, las empresas suelen ofrecer otros productos y servicios asociados, como *software* para gestión del cultivo, alimentadores, entre otros. En muchos casos estos son determinantes para la elección del proveedor del alimento.

En las entrevistas a los principales productores, indicaron que la elección del alimento se basa principalmente en un buen factor de conversión alimenticia (FCA) y la alta calidad del producto, a pesar de que puedan resultar más costosos. Un detalle adicional obtenido en el levantamiento de información es que, para los sistemas de producción intensivos, suele haber épocas donde no hay disponibilidad suficiente del alimento.

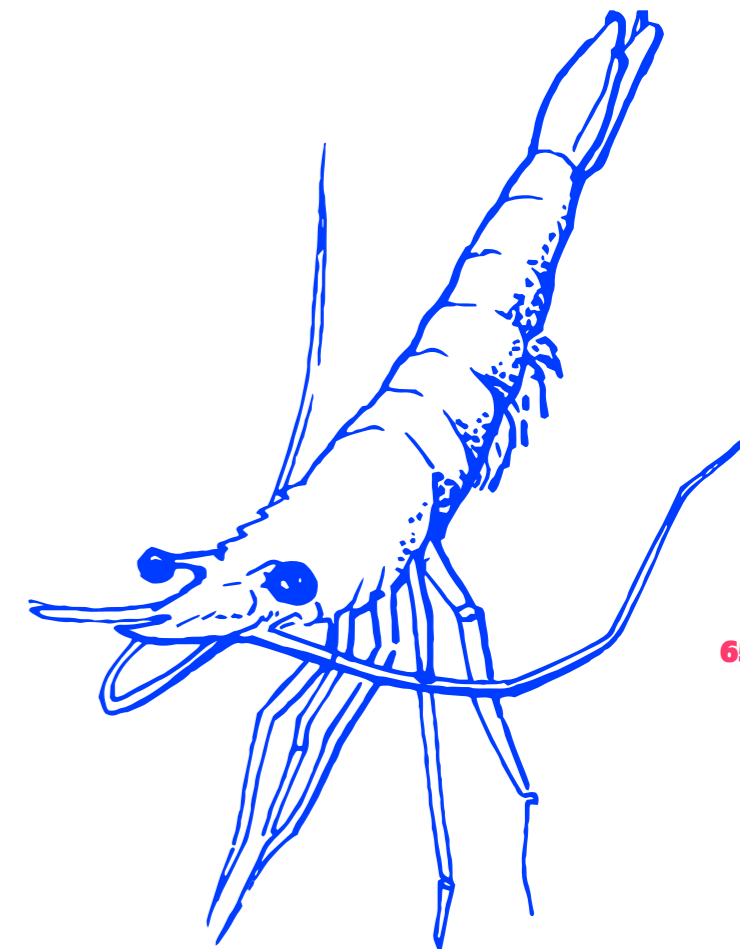
Composición y calidad

En cuanto a su composición, el alimento balanceado normalmente contiene harina de pescado, granos y algunos aditivos (permitidos), los productores no usan químicos ni medicamentos, en cambio, los probióticos son un insumo regular (Seafood TIP, 2018a).

Actualmente, el índice de conversión de alimento se encuentra en alrededor de 1 300-1 500 kg por 1000 kg de langostinos y los probióticos se utilizan en todas las etapas (Seafood TIP, 2018a).

Mecanismos de alimentación

En Perú se adaptaron los "comederos" que son artefactos que hacen las veces de un plato para servir una ración de alimento. Inicialmente el alimento se "boleaba" por los estanques de cultivo y el langostino lo debía buscar para comer. Al utilizar los comederos, el langostino se acostumbró a acudir a estos y el personal a suministrarles la cantidad que demandan. Con este mecanismo se logró bajar el factor de conversión, cuidar



los suelos, mejorar la salud de los animales y la reducción del tiempo de los ciclos de producción (Barsimantov, 2019).

Por otro lado, los alimentadores automáticos son una alternativa tecnológica que, junto a un buen manejo de las principales variables productivas, genera mayor rentabilidad para el productor. Su uso en la industria tiene larga trayectoria en diversas áreas geográficas de Asia y se está incorporando con fuerza en Latinoamérica (Aquahoy, 2016).



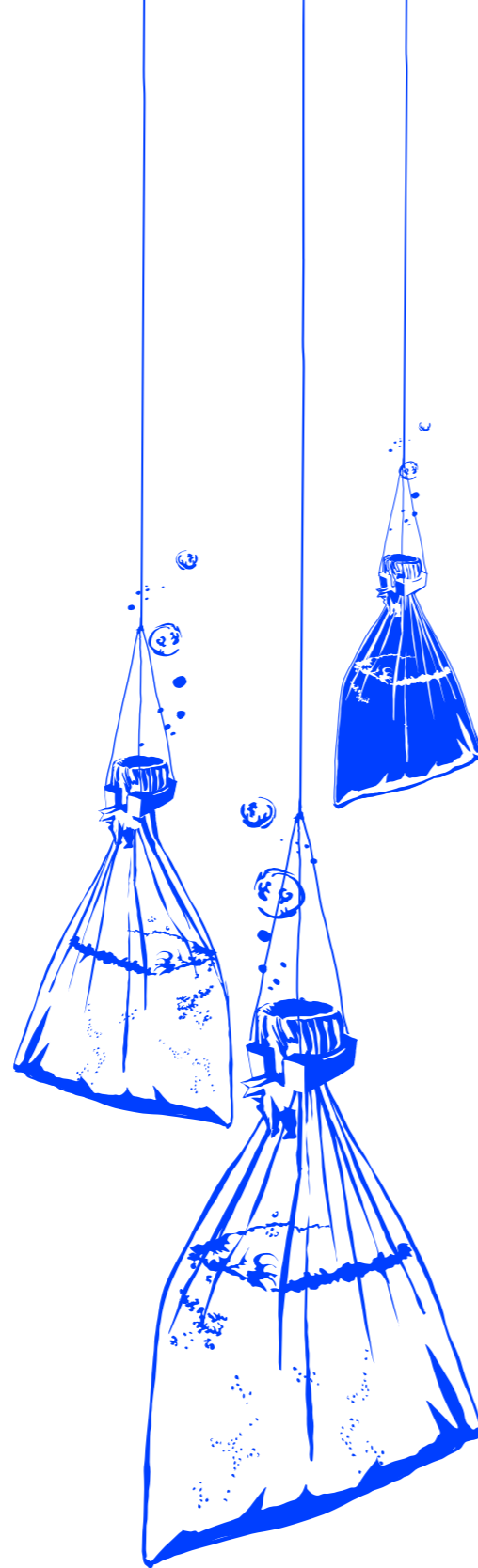
Larvas

En el sector langostinero peruano la falta de criaderos nacionales se debe principalmente a la falta de inversión, experiencia y resultados rentables. Por lo tanto, las post-larvas (generalmente de estadios PL12-PL15), en su mayoría, son importadas en camión desde los laboratorios ecuatorianos en bolsas plásticas saturadas en oxígeno puro y mantenidas a una temperatura de 20-22°C. Las post-larvas tienen generalmente un peso promedio de 2.5 mg (400 animales por g de biomasa). Las bolsas contienen usualmente 15 litros de agua con 3 000 - 3 500 PL12-PL15 (Seafood TIP, 2018a).

Según Berger (2015), la dependencia de la importación de semilla o de su captura en el medio natural, representa un riesgo ante eventos climáticos y oceánicos, así como epidemias y barreras de comercio internacional.

Las larvas deben estar analizadas previamente a su importación en base a biotecnología de PCR (Reacción de Polimerización en Cadena) para verificar la ausencia de virus y bacterias de declaración obligatoria según la Organización Internacional de Epizootias (OIE). Sin embargo, esta modalidad es altamente riesgosa debido a la limitada sensibilidad de detección por PCR, es decir las larvas pueden ser falsamente negativas para un patógeno de declaración obligatoria.

El riesgo de introducción de patógenos con larvas provenientes de Ecuador está asociado principalmente a la capacidad de detectar las bacterias poco conocidas, pues las tecnologías microbiológicas que se usan actualmente son totalmente obsoletas. Se observa que la mayoría de las bacterias que actualmente afectan a los langostinos no pueden ser identificadas con los medios clásicos. Es por eso la importancia de introducir la biotecnología molecular (análisis



meta-genómicos) que permite caracterizar todas las bacterias presentes en una muestra, independientemente de su carácter cultivable in vitro.

Otro riesgo relacionado a la importación de larvas desde Ecuador concierne a los nuevos virus como fue el caso de virus de la mancha blanca debido al atraso biotecnológico para detectar nuevos virus en ausencia de pruebas de PCR con iniciadores específicos. En tal caso, se observa la importancia que Perú implemente el análisis por espectrometría doble masa MALDI TOF/TOF que permite detectar e identificar péptidos de nuevos virus en base a análisis de bioinformáticas de homologías de secuencias. Este equipo solo ha estado disponible recientemente en Ecuador (VisionBiotec) y desde 2015 en la Universidad Nacional de Tumbes.

También se debe considerar la importancia de la vigilancia bibliográfica para anticipar tales riesgos, como por ejemplo el nuevo virus SHIV que afecta seriamente varios países asiáticos.

Si bien en el Plan Nacional de Desarrollo Acuícola (PNDA) los productores langostineros indicaban que era más conveniente importar semilla de calidad "certificada" que tratar de producirla en el país, hoy esa situación ha cambiado. Por ejemplo, la empresa Marinasol cuenta actualmente con dos laboratorios para la producción de semilla de langostino, y apunta a duplicar su número en los próximos años.

El principal detonante de este cambio fue los problemas asociados a la importación de post-larvas infectadas. Según Guevara & Alfaro (2012), en el año 2009, se encontraron cuatro patógenos infecciosos en las post-larvas analizadas, siendo más frecuente el IHHNV (9,60%) y en el año 2010 la

frecuencia de aparición de post-larvas infectadas con IHHNV fue mayor a razón de un 16,9%.

El Laboratorio de Sanidad Acuícola del IMPARPE, y más recientemente el laboratorio de SANIPES, está facultado para certificar larvas libres de los patógenos causantes de la enfermedad de la cabeza amarilla (YHD) y de la enfermedad de las manchas blancas (WSD).

Agua y suelo

El langostino se cultiva en el extremo norte del país, en los departamentos de Tumbes y Piura, bajo sistemas semi-intensivo e intensivo, empleando agua marina, salobre o dulce (PROMPEX, 2005). Estos sistemas de cultivo dependen de la calidad del agua, es por ello la importancia de contar con un fácil acceso al agua salada, salobre o dulce; permitiendo al productor manejar su calidad, controlando otros factores como salinidad, temperatura, oxígeno, pH, entre otros.

Además, es indispensable realizar periódicamente, y de acuerdo con las normas peruanas, análisis químicos del agua para detectar la presencia de metales como cobre, estaño y plomo cuyos niveles de tolerancia por el langostino son muy bajos. Asimismo, se debe evitar la contaminación por pesticidas, plaguicidas y otras sustancias químicas, pero los análisis de rutina conciernen esencialmente el amonio, nitritos y nitratos.

La actividad langostinera en el Perú tiene una regulación exigente con respecto a efluentes impuesta por el Ministerio de la Producción como ente rector y fiscalizada



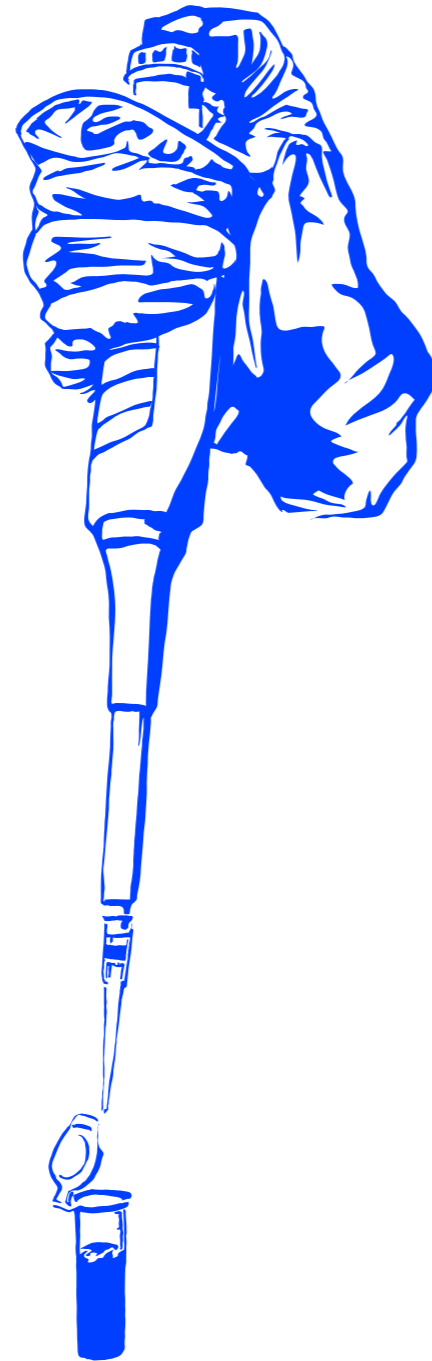
por la OEFA que regula los vertimientos. Por lo cual, se exige la medición de parámetros de entrada, en estanques y de salida de agua.

Respecto al suelo, en los últimos tiempos se han utilizado con éxito zonas costeras arenosas, así como terrenos alejados de la costa para la producción. También, con el crecimiento de la industria de langostino, aumentó la inversión para la construcción de pozas asentadas en los bordes del bosque manglar de Tumbes con la finalidad de aprovechar el ciclo de mareas para llenar de agua sus pozas (Takahashi & Martínez G., 2015).

3.1.2 CULTIVO

En este eslabón se consideran los siguientes procesos: i) Acondicionamiento del área de cultivo, ii) Manejo de cultivo, iii) Cosecha del cultivo, iv) Transporte a las plantas de transformación

Con respecto al manejo de cultivo, es importante tener en cuenta el ciclo de crecimiento del langostino, ya que parte de este (huevo, nauplios, protozoa, mysis y PL1 hasta PL12-15) fue considerado en el eslabón de insumos. Para este eslabón el alcance del "manejo del cultivo" estaría principalmente en el cultivo de post larvas (>PL15) y engorde del langostino para alcanzar el tamaño comercial.





Los productores de langostino que compran post-larvas tienen dos opciones: sembrarla directamente en los estanques finales con una tasa de supervivencia entre 30% y 50%, o poner las post-larvas en tanques de liner (tipo circular o *race-way*) durante las primeras 3 a 4 semanas y luego en los estanques de crecimiento alcanzando una tasa de supervivencia entre 50% y 70% (Seafood TIP, 2018a).

Tanto en Tumbes como en Piura se utilizan sistemas semi-intensivos, aunque algunas compañías están cultivando exitosamente con sistemas intensivos y super-intensivos (Seafood TIP, 2018a). Barsimantov (2019) indica que, tras varias pruebas exitosas, el sector privado está listo para invertir en estas nuevas técnicas que incrementarán 20 veces la producción de langostinos. Empresas como Marinasol, han hecho público que desean incrementar las ventas de productos acuícolas de USD 60 millones a más de USD 400 millones.

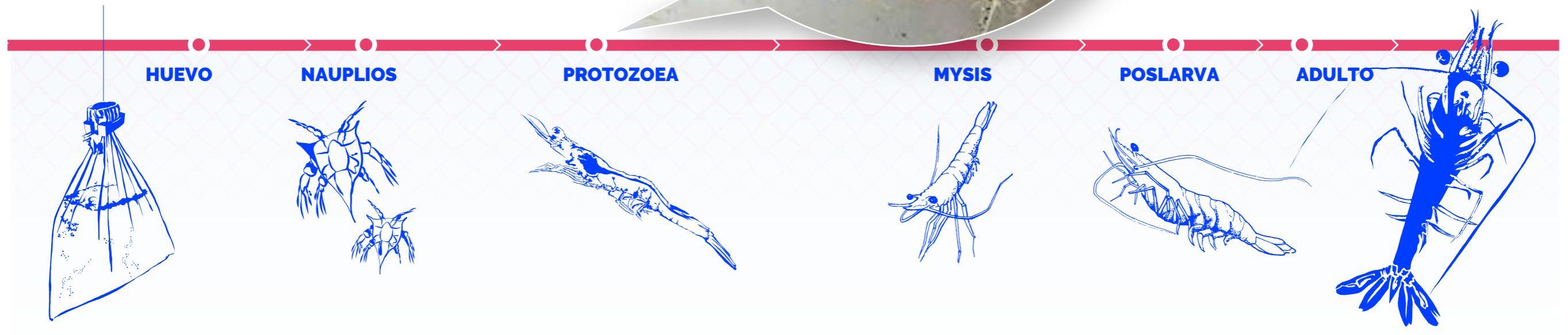


Infraestructura y equipos

Con respecto a las infraestructuras y equipos de cultivo, se tomará como referencia la clasificación planteada por Muñoz-Chavez & Narváez-Castillo (2018), para los sistemas de cultivo en cuatro categorías: extensivo, semiintensivo, intensivo y super-intensivo.

Figura 18

Ciclo general de crecimiento del langostino



Nota: Muñoz-Chavez & Narváez-Castillo, 2018

**Tabla 9**

Características de los sistemas de cultivo de langostino

Tipo de sistema	Característica
Extensivo	<ul style="list-style-type: none"> • Los cultivos extensivos de <i>Litopenaeus Vannamei</i> se desarrollan en las zonas intermareales, donde no hay bombeo de agua ni aireación. • Los estanques suelen ser de forma irregular, con una superficie de entre 5 y 10 (o hasta 30 ha) y una profundidad de entre 0.7 y 1.2 m. • Este sistema se identifica por tener bajo costo operacional. • Densidad de siembra baja 4-10 PL/m² • El rendimiento de la producción es de 150-500 kg/ha/cosecha (1 o 2 cosechas/año)
Semiintensivo	<ul style="list-style-type: none"> • Los estanques tienen una superficie de (1-5 ha), con una profundidad de entre 1 y 1.2 m. • Densidad de siembra media entre 10 y 30 PL/m². • Este método es el más común en América Latina. • El rendimiento de la producción es de 500-2000 kg/ha/cosecha (2 cosechas/año).
Intensivo	<ul style="list-style-type: none"> • Los cultivos intensivos están en áreas intermareales, donde cuentan con drenaje del agua. • Este sistema es común en Asia y América Latina. • Los estanques son pequeños de forma redonda o cuadrada. Su superficie es de (0.1-1.0 ha) con una profundidad a 1.5 m. • Densidad de siembra alta 60 y 300 PL/m². • El rendimiento de la producción es de 7000 a 20 000 kg/ha/cosecha (2 a 3 cosechas/año) con un máximo de 30000 a 35 000 kg/ha/cosecha.
Hiperintensivo	<ul style="list-style-type: none"> • Este sistema de cultivo es sustentable, con poco impacto ecológico, produciendo langostino de alta calidad. • El cultivo en canales de 282 m² con 300-450 juveniles/m² de entre 0.5 y 2 g con un crecimiento de entre 3-5 meses. • Densidad de siembra considerablemente alta entre 28 000 a 68 000 kg/ha/cosecha (3 cosechas/año).

Nota: obtenida de Muñoz y Narváez (2018) adaptado de FAO (2006).

La mayoría de los productores peruanos utilizan métodos de cultivo semi-intensivos, ocupando un área de alrededor de 6 500 hectáreas (aproximadamente 6 000 en Tumbes y 500 en Piura). Debido a las limitadas posibilidades de expansión, como resultado de razones espaciales, ambientales y climáticas, parece que se ha alcanzado el límite de la producción semi-intensiva en el Norte de Perú (Seafood TIP, 2018a).

Tabla 10

Características claves del sistema semiintensivo en Perú

Densidad media de población	15-18 PL/m ²
Productividad promedio	1.3-1.5 t/ha/año
Número de cultivos por año	3-4 en Tumbes y 1 en Piura
Número de días por cultivo	Unos 100
Temporada de cosecha	Todo el año en Tumbes y febrero a abril en Piura
Riesgos potenciales	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de biodiversidad • La contaminación del agua • Brote de enfermedades • Salinización

Nota: adaptado de Seafood TIP, 2018.

Producción intensiva

La producción intensiva en el Perú se encuentra todavía en fase de desarrollo. La empresa Marinasol utiliza este método de producción, contando con 67 ha y apuntando a expandirse en el futuro (Seafood TIP, 2018a).

Tabla 11

Características claves del sistema intensivo en Perú

Densidad media de población	200-300 PL/m ²
Productividad promedio	96 t/ha/año
Número de cultivos por año	3 a 4
Número de días por cultivo	Unos 100
Temporada de cosecha	Todo el año
Riesgos potenciales	<ul style="list-style-type: none"> • La contaminación del agua • Brote de enfermedad.

Fuente: adaptado de (Seafood TIP, 2018a).

Según Barsimantov (2019), el rendimiento actual de la producción intensiva en Perú ha alcanzado las 100 t/ha/año. En la Figura 19 puede apreciar las características obtenidas en el cultivo de langostino en Perú:

Figura 19

Características de la producción semiintensiva e intensiva del langostino en Perú

Poza abierta



Densidad	10-18 langostinos/m ²
Rendimiento	14-25 MT/Campaña
Campañas/año	15 - 30
Rendimiento/año	21 - 75 MT

Intensivo



Densidad	300 langostinos/m ²
Rendimiento	+ 34 MT/campaña
Campañas/año	2-9
Rendimiento/año	100 MT

Nota: adaptado de Barsimantov, 2019.

En los campos del cultivo, durante el proceso de engorde, se están alcanzando nuevos desarrollos altamente tecnificados, con exigentes condiciones sanitarias, con controles intensivos que requieren de inversiones muy significativas, así como "know how" propio (Barsimantov, 2019). Por lo tanto, es de esperarse que más productores aspiren a trabajar o adopten métodos de cultivo intensivo.

Es claro que tanto Marinasol como Ecoacuicola representan dos modelos diferentes en la producción de langostinos, cada una con un liderazgo importante. La ubicación geográfica de una de las áreas de producción de Marinasol y de Ecoacuicola también permiten apreciar diferencias significativas (Berger-Cebrelli, 2015).

En los últimos años se observa una tendencia a la concentración empresarial, a partir de una serie de iniciativas de compra de empresas langostineras por parte del grupo Marinasol/Camposol. Este ha comprado el 100 % de las acciones de La Fragata, empresa exportadora de langostino, que el año 2019 realizó envíos por US\$1 229 millones en valor FOB. El Grupo Camposol ha venido creciendo en gran parte por el mayor volumen vendido de langostinos, que creció 18% en el tercer trimestre del 2018 (Semana Económica, 2019).

Figura 20

Fotografía satelital del área geográfica del Campo Rodas, Canela de Marinasol



Fuente: Tomado de Google Earth (2019). <http://bit.ly/2GPFv5K>

Figura 21

Fotografía satelital del área geográfica de Ecoacuicola S.A.C.



Nota: tomado de Google Earth (2019). <http://bit.ly/2vqOrYK>



.....

Los langostinos se procesan en plantas privadas. En Tumbes, hay 5 plantas procesadoras especializadas, siendo las más importantes las de Marinasol y Atisa.

3.1.3 TRANSFORMACIÓN

Con respecto a la transformación del langostino, Seafood TIP (2018), menciona lo siguiente:

- Los langostinos se procesan en plantas privadas. En Tumbes, hay 5 plantas procesadoras especializadas, siendo las más importantes las de Marinasol y Atisa.
- En Piura, la empresa EcoAcuicola S.A.C. (Ecosac) posee su propia planta de procesamiento de langostino, pero también tiene la posibilidad de llevar el langostino a otras plantas de procesamiento en Paita o Sullana, que se encuentra a dos horas de distancia.

- El procesamiento en plantas se realiza inmediatamente a la llegada para garantizar el procesamiento inmediato y evitar el deterioro de la calidad del producto.
- Los productos finales se etiquetan si es necesario, se almacenan en cámaras frigoríficas y se preparan para la exportación.
- Los aditivos químicos no son comunes en el cultivo y procesamiento de langostinos en Perú.
- La mayoría de las plantas de producción tienen una certificación *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP), algunas están implementando la certificación BRC, mientras que la implementación de la certificación IFS resulta muy costosa para la mayoría de las empresas.
- El control de calidad decide qué langostinos cumplen con los estándares de *Head On Shell On* (HOSO) y cuáles para *HeadLess Shell On* (HLSO) / *Peeled and Deveined* (PD) / *Peeled and Undeveined* (PUD). Dependiendo de los estándares de la compañía, aproximadamente el 40 % es para HOSO y el 60% para HLSO / PD / PUD.
- Después del procesamiento (eventual) a mano, los langostinos se envasan en bolsas y cajas para congelar las placas.



- Ecoacuícola es la única planta procesadora de langostino con certificación BAP (tres estrellas).

Adicionalmente, Barsimantov (2019) señala que las plantas de transformación y congelación del producto necesitan de certificaciones internacionales con exigentes condiciones sanitarias que requieren de inversiones significativas y *know how*.

3.1.4 COMERCIALIZACIÓN

Con respecto a la comercialización del langostino, Seafood TIP (2018a), menciona lo siguiente:

- Las empresas más grandes o las empresas que brindan servicios de transformación suelen realizar las operaciones de exportación del producto.
- Los productores más pequeños y algunos medianos venden su cosecha de antemano a compañías más grandes o empresas transformadoras.
- Si bien se conocen los precios reales en Ecuador, los productores dependen de los precios impuestos por las plantas, por lo que los compradores tienen una posición favorable durante la negociación.
- No hay intermediarios activos en Perú, ya que existe una gran falta de confianza,

especialmente con los comerciantes y los agentes comerciales.

- Los productores prefieren tener una relación directa con las plantas de transformación y viceversa sin ninguna interferencia de partes externas.

Los tres principales mercados a los que se dirige el producto peruano son Estados Unidos, España y Francia. Al respecto, Van Herwijnen realizó un estudio por encargo de PNIPA, sobre el mercado europeo y estadounidense concluyendo lo siguiente:

- El langostino tiene mucha demanda y una competencia grande.
- No se trata solo de langostino de Perú sino también de Ecuador, Honduras, Colombia, Bangladesh, Indonesia, Vietnam, entre otros.
- Hay otras especies, como *Penaeus monodon*, *P. kerathurus*, *P. notialis*, entre otras, con las que se compite directamente.
- El importador es muy exigente en el trato comercial y si no le gusta el comportamiento del exportador, podrá conseguir fácilmente otros exportadores.

A manera de síntesis, se ha preparado la siguiente tabla con los hallazgos más relevantes del estudio realizado por Van Herwijnen (2018a, 2018b):



Tabla 12

Características claves del mercado internacional para el langostino peruano

Categorías	Estados Unidos	Europa
Calidad	Inocuo, fresco y de alta calidad sensorial (estructura firme, sin manchas, con cabeza de color como la cola y sin olores fuertes) sin presencia de antibióticos o colorantes. Se debe mostrar un análisis microbiológico.	
Cadena de frío	El producto tiene que ser congelado dentro de dos horas (preferible usar IQF en la congelación). Desde entonces, la temperatura del langostino congelado no puede bajar de -18°C hasta abrir las puertas del contenedor en destino final.	
Practicidad	Prefieren el langostino sin cabeza 26-30 o 31-40 color A2-A3, pelado con cola o totalmente pelado 120-150 (de vez en cuando incluso desvenado) con glaseo de protección. El langostino suele ser el plato principal o ingrediente para una ensalada.	Los españoles e italianos gustan del langostino entero color A3 calidad cocedera 40-50-60 piezas por kilo sin glaseo. Al consumo del langostino cocido, les gusta incluso chupar la cabeza para sacar el jugo. Muchas veces el langostino es considerado un aperitivo o entrante. Los holandeses y alemanes prefieren el langostino sin cabeza 60-70 o totalmente pelado 120-150 (de vez en cuando incluso desvenado) con glaseo de protección. El langostino suele ser el plato principal o ingrediente para una ensalada.
Empresas locales	Hay empresas estadounidenses como <i>H&T Seafood Inc</i> y <i>Tandels Inc.</i> que importan anualmente 40-50 contenedores de langostino suramericano para cocerlo, congelarlo y venderlo a supermercados en su propia marca o en marca blanca.	Hay empresas españolas como <i>Delfin Ultracongelados</i> o <i>Gambafresh</i> que importan anualmente 120-150 contenedores de langostino suramericano para cocerlo, congelarlo y venderlo a supermercados en su propia marca o en marca blanca.
Trazabilidad	Registro de trazabilidad en todo momento desde la llegada de las larvas hasta que el langostino está en su envase final. A un importador europeo se tendrá que poder decir el momento cuando entró la larva, cuánto y cuándo comió el alimento balanceado y cuándo y cómo se ha sacrificado y procesado el langostino. La mejor manera es usar un solo código por cada <i>batch</i> de larvas que se puedan rastrear en cualquier momento.	
Tipo de contenedor	Contenedores mixtos, es decir, distintos productos de langostino: enteros, sin cabeza, pelado (con cola), desvenado, "easy peel", tallas distintas, etc.	Para el sur de Europa serán principalmente contenedores completos con langostino entero, pero para clientes en el oeste, como Holanda y Alemania, un exportador peruano tiene que ser capaz de ofrecer contenedores mixtos.
Peso en cajas	Cajas a granel de 4 o 5 libras.	Cajas a granel de 2 kilos netos.

Categorías	Estados Unidos	Europa
Envase	Si las cantidades por cliente final son considerables y con una rotación fluida a corto plazo, el importador puede pensar en comprar el langostino crudo ya envasado en origen. Hay que tener en cuenta que una máquina para envasar puede ser bastante cara. Además, se necesitaría un empleado para facilitar los diseños adecuados (marketing).	
Etiquetas	La <i>Food and Drug Administration</i> (FDA) es bastante accesible pero la falta de un dato puede ser razón de rechazo en puertos estadounidenses.	Según la norma europea EU 1169/2011 y el reglamento EU 1379/2013, la falta de un dato puede ser razón de rechazo en puertos europeos.
Precio	Es difícil dar indicaciones estables de precio para el langostino de Perú dado que es un producto con mucha volatilidad. Cada semana puede haber precios distintos. Además, el precio depende de muchos factores, como competencia, alternativas, calidades, temporadas de baja/alta demanda, entre otros. Si Ecuador baja precios, Perú también. Un importador estadounidense está muy bien informado de todos los precios de Ecuador.	
Preferencia de calidad sobre precio	Se puede decir que el sur (California, Texas y Florida) está más interesado en el precio mientras que el este (New York, Boston, Nueva Jersey) por una calidad impecable.	Se puede decir que el oeste de Europa está más interesado en el precio mientras que el sur por una calidad impecable.
Lugar	Para los estados nórdicos, como New York, Washington DC y Massachussets, el puerto de New York es el más adecuado.	Para los países del sur, los puertos de Valencia y Rotterdam son los más adecuados. Para Europa, normalmente tienen escala en Panamá y las Islas Canarias (España) o Rotterdam antes de seguir a los puertos más pequeños.
Movilidad	El tiempo de viaje es de unas 2 semanas y los costos por contenedor de 40" unos USD 3200-3600, dependiendo de la época y el mercado de transporte marítimo.	El tiempo de viaje es de aproximadamente 4 semanas y los costos por contenedor de 40" unos USD 3200-4000, dependiendo de la época y el mercado de transporte marítimo.
Controles en puerto	La FDA hace los controles en los puertos estadounidenses (incluyendo toma de muestras).	Por ser parte de la Comunidad Europea, en cada puerto europeo los trámites de despacho son en principio iguales. Sin embargo, en la práctica hay aduaneros menos exigentes (Rotterdam, por ejemplo) y más exigentes (Valencia, por ejemplo).



Categorías	Estados Unidos	Europa
Canales de distribución	Hay cuatro canales de distribución para pescados y mariscos: supermercados, <i>food service</i> (colegios, universidades, hospitales, etc.), gastronomía (restaurantes) y elaboradores (recibiendo el langostino congelado para su cocción y su venta posterior a los canales mencionados anteriormente en estado re-congelado o refrigerado).	
Página web	Diseño atractivo que incluya al menos una descripción de la empresa, productos, método de producción, certificaciones, Responsabilidad Social de Empresa y datos de contacto.	
Redes sociales	En LinkedIn, Facebook y/o Twitter se pueden divulgar temas actuales de la empresa u otros temas relevantes del producto o sector.	
Métodos de comunicación	El email se usa para comunicarse diariamente sobre la negociación o hacer el seguimiento de pedidos. En tanto, Skype y WhatsApp son métodos de comunicación que se usan mucho para estar informados sobre temas menos importantes, pero que se necesita con prisa.	
Fichas técnicas	Debe dar los detalles del producto en un buen papel con el logotipo de la empresa. Se mencionan las características del producto (talla, corte, color, glaseo, etc.), análisis bacteriológico, valores nutricionales, envase y certificaciones.	
Ferías	Seafood Expo North America Boston: se realiza en marzo y es anual.	Seafood Expo Global Bruselas: se realiza en abril, anual, enfocada en el mercado europeo Conxemar Vigo: se realiza en octubre, anual, enfocada en el mercado español Fish International Bremen: se realiza en febrero, bianual, enfocada en el mercado alemán TuttoFood Milano: se realiza en mayo, bianual, enfocada en el mercado italiano Polfish Gdansk: se realiza en mayo, bianual, enfocada en el mercado alemán y polaco World Food Moscú: se realiza en septiembre, anual, enfocada en el mercado ruso
Participación en las importaciones (2018)	1.87 %	España: 2.96 % Francia: 1.42 % Rusia: 2.6 % Portugal: 1.08 % Italia: 0.19 %

Nota: elaboración propia en base a estudios del mercado europeo y estadounidense realizados por encargo de PNIPA por van Herwijnen, 2018a, 2018b y datos de Trademap (2019).

Si bien muchos exportadores piensan que la línea directa hacia el consumidor es la más adecuada y rentable; el trabajar con mayoristas, elaboradores y/o *brokers* que importan el producto para su posterior distribución también tiene ventajas, van Herwijnen (2018a, 2018b), recomienda lo último. En el siguiente cuadro se presenta una comparación de ambos canales:

Tabla 13

Comparación de venta directa con venta a través de intermediarios

Venta directa en supermercados	Venta a través de intermediarios
Muy buenos conocimientos del retail. Es un sector muy diversificado.	Capacidad de vender cantidades más grandes a distintos clientes finales.
Muy buenos conocimientos de los mayoristas, que van a ser competencia.	Menor conocimiento de los mayoristas.
Muy buen equipo de ventas. Es un sector muy competitivo con márgenes pequeños.	Menos papeleo (facturación, documentación, fichas técnicas, etc.) y una persona de contacto para distintos clientes finales.
Buenos conocimientos de la logística. Un supermercado requiere entregas <i>just in time</i> a sus plataformas por palets.	Logística menos complicada.
Propio desarrollo de producto (diversificación).	Requerimientos menores de desarrollo de producto.
Buen equipo de marketing y diseño.	Requerimientos menores de marketing y diseño.

Nota: elaboración propia en base a estudios del mercado europeo y estadounidense realizados por encargo de PNIPA por van Herwijnen (2018a, 2018b).

Con respecto a la relación con el cliente, Van Herwijnen señala lo siguiente:

- Un cliente puede preguntar de todo sobre el cultivo de langostino, las medidas medioambientales, el procesamiento, entre otros aspectos. Por ello, hay que conocer todos los procesos desde la larva hasta el pelado del langostino al detalle.
- El importador estadounidense y europeo sabe mucho de langostino y exigirá transparencia.
- Trabajar con una mirada de mediano y largo plazo.

- Las comunicaciones tienen que trabajarse con mucha seriedad y minuciosidad (por ejemplo: la documentación aduanera).
- Desarrollar confianza con el importador.
- El incumplimiento de un contrato implica la pérdida del cliente.
- Ser proactivo, dando respuesta dentro de las 24 horas y en caso de problemas (por ejemplo: un retraso), debe informarse directamente al importador.
- La calidad del producto debe ser estable en todos los aspectos.

Algunas características adicionales sobre la cultura de negocio que debe tenerse en cuenta por zona geográfica son:

Tabla 14
Características de la cultura de negocio por zona geográfica

Características	Estados Unidos sur	Estados Unidos este	Europa del este	Europa del sur	Europa del oeste
Consumo per cápita de pescado y marisco en general	22,7 kilos anuales.	18,5 kilos anuales.	5 kilos anuales.	40 kilos anuales.	15 kilos anuales.
PBI	Mediano y consumo de productos de todas las calidades.	Alto y consumo de productos de mejor relación calidad-precio.	Relativamente bajo y consumo de productos de baja calidad.	Mediano y consumo de productos de todas las calidades.	Alto y consumo de productos de mejor relación calidad-precio.
Mercado	Estable y de volumen.	Estable y creciente	Creciente (PIB crece más que en otras zonas europeas).	Estable y de volumen.	Estable y creciente.
Personalidad	Abierta y confianza media. Frivolidad tocando con informalidad (amistad es muy importante como método de negocio).	Comercial, muy directa y mayor confianza. Formalidad.	Cerrada y desconfianza. Corrupción e informalidad (anulación de pedidos al último momento, pagos a funcionarios, bancos inestables).	Abierta y confianza media. Frivolidad tocando informalidad (amistad es muy importante como método de negocio).	Comercial, muy directa y mayor confianza. Formalidad.
Logística	Barata, segura y con muchas alternativas.	Cara, segura y con muchas alternativas.	Muy cara y con riesgos de pérdidas y robos. Las distancias al cliente final pueden ser muy largas.	Barata, segura y con muchas alternativas.	Cara, segura y con muchas alternativas.
Pago	Retrasado. Se recomienda (parte) prepago, LC o contra documentos.	Seguro y puntual. LC o contra documentos a 30/60/90 días.	Se recomienda exportar solamente bajo pago por adelantado o contra documentos (LC).	Retrasado. Se recomienda (parte) prepago, LC o contra documentos.	Seguro y puntual. LC o contra documentos a 30/60/90 días.

Nota: elaboración propia en base a estudios del mercado europeo y estadounidense realizados para PNIPA por van Herwijnen (2018a, 2018b).

En el caso particular de Ecoacuicola, en Piura, prefiere hacer contratos anuales con los importadores, ya que el reempaque aumenta los costos y los riesgos de calidad. En consecuencia, podría ser posible que, en septiembre u octubre, las acciones se hayan agotado por completo y haya que esperar hasta la próxima temporada (Seafood TIP, 2018a)

La logística y las ventas necesitan instalaciones tecnificadas y modernas con exigentes condiciones sanitarias y requieren de inversiones significativas, así como "know how" propio, así también, para las ventas es necesario un conocimiento del mercado global (Barsimantov, 2019)

.....

El entorno institucional involucra el conjunto de normas y leyes que regulan la operación de la cadena. Se puede incluir aquí la normativa relacionada a promoción, incentivos, impuestos, regulaciones ambientales, normas internacionales de calidad, entre otras.

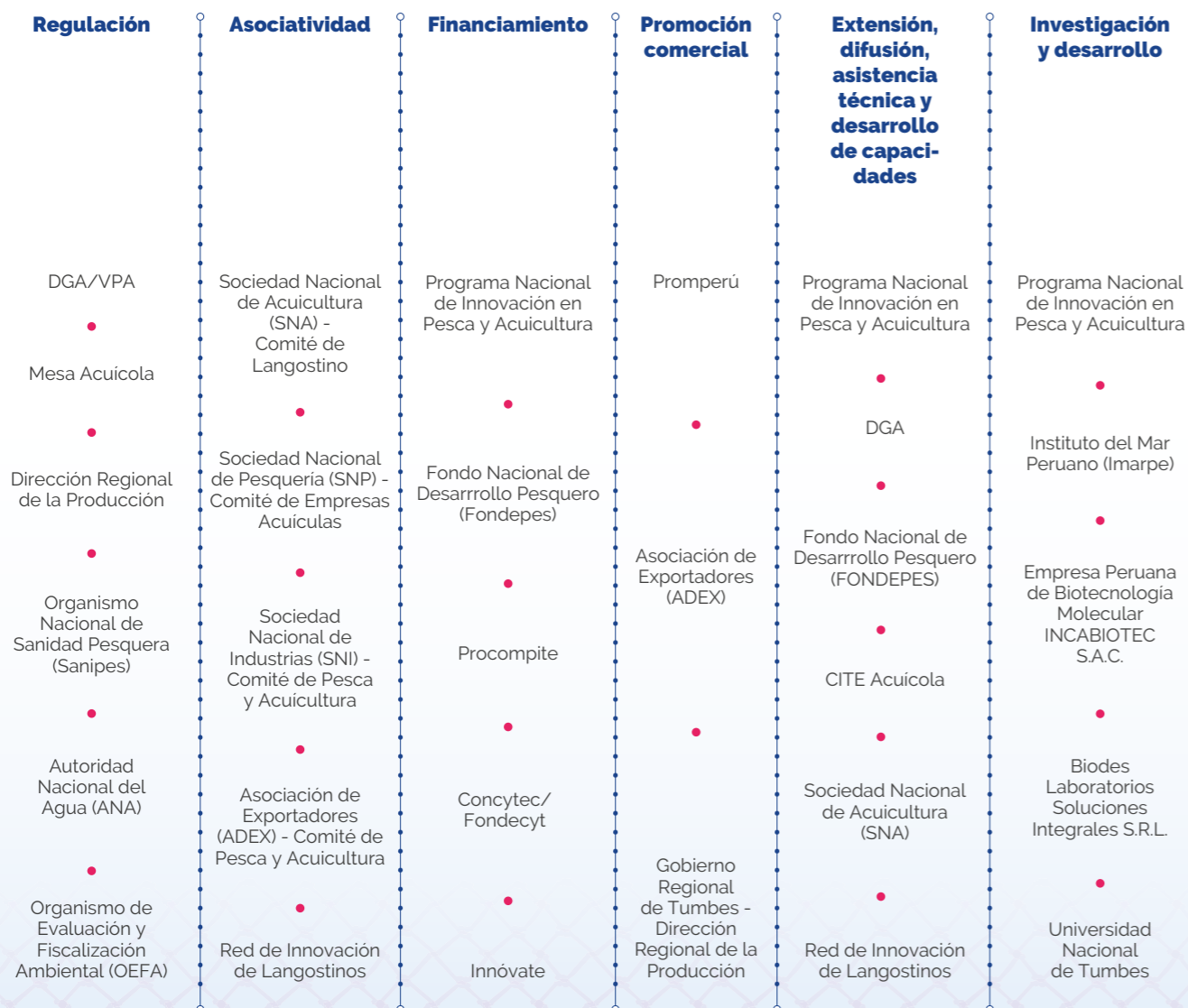
3.2 Análisis del entorno organizacional e institucional

En el entorno organizacional e institucional del análisis de la cadena de valor, el entorno relevante está compuesto por el conjunto de organizaciones públicas, privadas o del tercer sector que apoyan al funcionamiento de la cadena. Si bien estas organizaciones no participan directamente, si tienen incidencia en su desempeño en aspectos como regulación, asociatividad, financiamiento, promoción comercial, calidad, sanidad e inocuidad, gestión y conservación ambiental, extensión, difusión, asistencia técnica, desarrollo de capacidades e investigación, desarrollo e innovación.

El entorno institucional involucra el conjunto de normas y leyes que regulan la operación de la cadena. Se puede incluir aquí la normativa relacionada a promoción, incentivos, impuestos, regulaciones ambientales, normas internacionales de calidad, entre otras.

En el siguiente gráfico se presentan los actores del entorno organizacional de la cadena del langostino en Perú, clasificada en seis ámbitos de relevancia. La mayoría de los actores tienen como foco principal el sector pesca y acuicultura.

Figura 22
Entorno organizacional de la cadena del langostino



3.2.1 REGULACIÓN

El área competente del Ministerio de la Producción para impulsar el crecimiento del sector acuícola es la Dirección General de Acuicultura (DGA) y sus principales funciones son:

- i) Liderar el desarrollo sostenible de la acuicultura peruana
- ii) Implementar adecuadamente las acciones que establece el Plan Nacional de Desarrollo Acuicola 2010 – 2021
- iii) Implementar de manera eficiente el cumplimiento de los objetivos relacionados del Plan Estratégico Sectorial Multianual
- iv) Gestionar el Programa Presupuestal (PPR) "Ordenamiento, Fomento y Desarrollo de la Acuicultura".
- v) Garantizar el cumplimiento de las políticas sectoriales de competencia del Ministerio de la Producción referidas a la acuicultura de mayor escala y definidas en la Ley Orgánica de Funciones del Ministerio de la Producción (Decreto Legislativo N° 1047)
- vi) Articular la gestión y desarrollo de la acuicultura con los Gobiernos Regionales favoreciendo el ordenamiento y la promoción de la actividad.

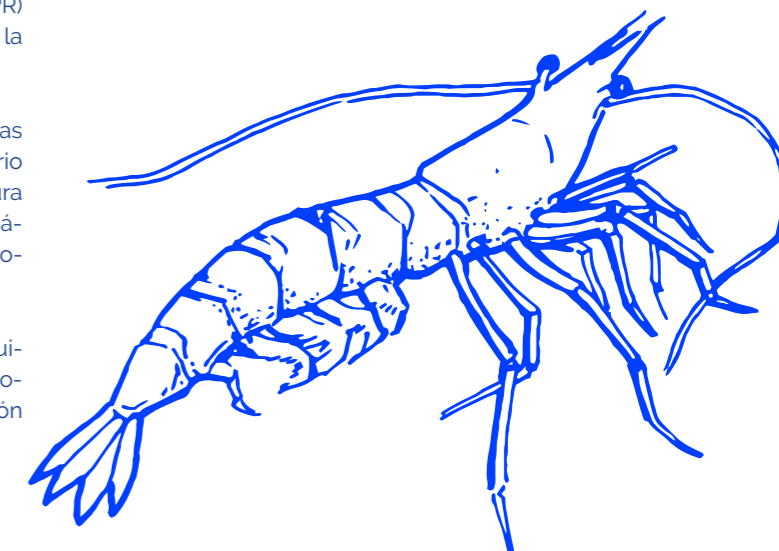
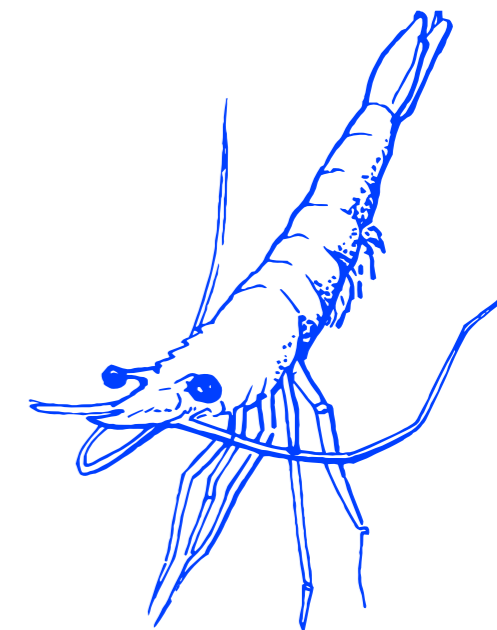




Figura 23

Funciones de las direcciones de la DGA



Nota: tomado de Quispe-Luján, 2015

Además, el Ministerio de la Producción creó ocho Mesas Ejecutivas (ME) en el año 2015, orientadas a simplificar el marco regulatorio del Estado y solucionar cuellos de botella que le quitan competitividad internacional a sectores clave de la economía, una de las cuales ha sido la Mesa Acuicola; actualmente operan bajo la presidencia de un grupo de trabajo del Ministerio de Economía.

La Mesa Acuicola es una instancia de diálogo y concertación de cambios en el marco regulatorio, entre instancias del sector público (VPA/PRODUCE, SANIPES, IMARPE, PROMPERU) y los principales gremios empresariales (Sociedad Nacional de Pesquería - SNP, Sociedad Nacional de Industrias (SINI), Sociedad Nacional de Acuicultura (SNA) y Asociación de Exportadores (ADEX). tienen como prioridad seis especies: concha de abanico, langostinos, trucha, tilapia, paiche y macroalgas; identificando barreras del sector acuícola.

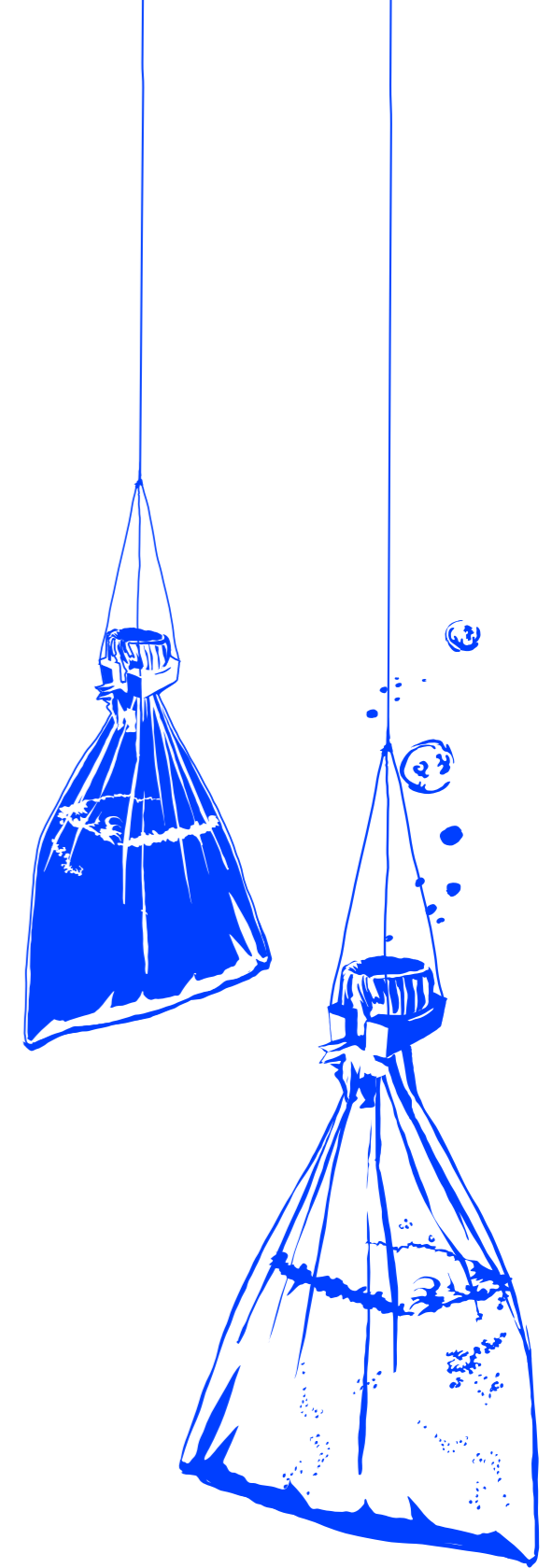




Tabla 15

Barreras del sector acuícola peruano

<p>1. Marco regulatorio Débil marco regulatorio impide que la actividad acuícola sea competitiva.</p>	<p>6. Autorizaciones Exigencia innecesaria de la autorización de vertimientos de aguas residuales para la actividad acuícola por parte de la ANA.</p>
<p>2. Catastro acuícola Acceso limitado a información georreferenciada para desarrollar proyectos acuícolas y aplicativos no amigables.</p>	<p>7. Contaminación Contaminación de la Bahía de Sechura, Lago Titicaca y Cuenca del Alto Mayo (desagües y pesticidas) que afecta la inocuidad de los productos agrícolas.</p>
<p>3. Limitada investigación e innovación acuícola</p>	<p>8. Residuos hidrobiológicos Los residuos generados por las actividades acuícolas provocan contaminación.</p>
<p>4. Áreas de investigación en concesiones No existe marco legal que permita realizar la investigación e innovación dentro de las áreas concesionadas o autorizadas.</p>	<p>9. Informalidad Alto nivel de informalidad de las actividades acuícolas que realizan las OSPAS en la Bahía de Sechura, Lago Titicaca y Bahía de Paracas. Distorsión del objeto de las áreas de repoblamiento, trayendo como consecuencia informalidad en la actividad.</p>
<p>5. Procesamientos administrativos TUPA no actualizado del Ministerio de la Producción.</p>	<p>10. Consecuencias sociales Las comunidades nativas del Lago Titicaca no se encuentran informadas de manera adecuada sobre los beneficios que conlleva una inversión privada.</p>

Nota: tomado de Quispe-Luján, 2015.

<p>11. Participación ciudadana No hay un acompañamiento a los inversionistas por parte del Estado durante el proceso de participación ciudadana.</p>	<p>16. Financiamiento Limitado acceso al crédito para la acuicultura.</p>
<p>12. Productos acuícolas Limitado acceso a mercados internacionales de productos acuícolas.</p>	<p>17. Autoridad sanitaria Al 2014 no existía una entidad independiente que ejecute las actividades pesqueras y acuícolas, por lo que había un sistema de control y vigilancia insuficiente.</p>
<p>13. Requisitos para nuevos mercados Escasos conocimientos de requisitos y procedimientos del sector privado para acceder a nuevos mercados.</p>	<p>18. Enfermedades y condición sanitaria Insuficiente monitoreo sanitario por zonas y especie a nivel nacional. No existe una normativa que regule las actividades de vigilancia y control de enfermedades acorde a los lineamientos de la Organización Mundial de Sanidad Animal.</p>
<p>14. Incremento de la oferta acuícola Escasa información sobre la calidad del agua, nuevas especies, nuevas tecnologías.</p>	<p>19. Distribución de estaciones de monitoreo sanitario Distribución y número de estaciones de monitoreo por cada zona de producción no se encuentra documentada en base a los resultados del monitoreo sanitario - criterios técnicos de nivel de riesgo.</p>
<p>15. Infraestructura Infraestructura vial y de servicios eléctricos insuficiente en las zonas de producción acuícola.</p>	<p>20. Trazabilidad No existe un sistema de trazabilidad sanitario y las actividades de control sanitario existentes son débiles y poco confiables.</p>

La Mesa Acuícola ha facilitado algunos cambios regulatorios en el sector; quizás el principal logro para la cadena del langostino ha sido la apertura del mercado en china. Es importante resaltar que la Mesa Acuícola ha identificado la pobre investigación e innovación acuícola, como una de las principales barreras para la competitividad del subsector.



3.2.2 ASOCIATIVIDAD

No hay muchas asociaciones directas entre los acuicultores de langostinos, debido a la falta de confianza y la fiabilidad. La Sociedad Nacional de Acuicultura (SNA) constituye la asociación empresarial más importante del sector y cuenta con el Comité de Langostinos y varias de las principales empresas de la cadena, se encuentran entre sus asociados.

El recientemente creado Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA) promovió en el 2019 el proyecto de Red de Innovación de la Cadena del Langostinos con sede en Tumbes que agruparía empresarios, académicos, instituciones de gobierno regional y nacional y de la sociedad civil, y así favorecer la coordinación y cooperación multi-actor para fomentar la I+D+i de la cadena.

3.2.3 FINANCIAMIENTO

El Decreto Legislativo N° 1431 dispone extender a las actividades acuícolas lo previsto en el artículo 4 de la Ley 27360, Ley de Promoción del Sector Agrario. En tal sentido, desde el 1 de enero de 2019, las personas naturales o jurídicas que se desempeñen en el sector acuícola pagaban una tasa de impuesto a la renta del 15 % y podían depreciar, a razón de un 20 % anual, el monto de las inversiones en obras de infraestructura hidráulica y obras de riego que realicen en el desarrollo de sus negocios. Este beneficio debería mantenerse indiferentemente de la situación de la Ley de Promoción del Sector Agrario para facilitar la competitividad de la acuicultura (ComexPerú, 2018).

Asimismo, ComexPerú (2018), destaca que este tratamiento tributario representará un

impulso para el sector acuícola en materia de capital para el negocio o sus inversiones, pero existe la expectativa que también se replique el régimen laboral que le ha servido al sector agrícola para generar beneficios en todos los actores de la cadena y su consecuente impacto en el crecimiento y la reducción de la pobreza.

3.2.4 PROMOCIÓN COMERCIAL

Las principales organizaciones del sector público dedicadas a la promoción de las exportaciones acuícolas son PROMPERÚ, MINCETUR y en menor medida PRODUCE. Estas apoyan con asistencia técnica a los exportadores, en la implementación de estrategias de comer-

cialización. Desde el sector privado se destaca ADEX y la SNA. Para la promoción comercial en el mercado nacional, VPA/PRODUCE tiene el Programa "A Comer Pescado", pero no promueve el consumo de langostinos como especie prioritaria.

Como se ha observado anteriormente, algunos de los aspectos relevantes necesarios para mejorar la comercialización del producto son: altos estándares de calidad, trazabilidad y sanidad, mejora de la infraestructura de frío y embarque, vías de comunicación, mejorar los sistemas de fiscalización, sanidad, comercio exterior, así como de control de fronteras o uso prioritario en el país de insumos esenciales en la producción de alto valor o evaluar la gestión de los etiquetados y la participación de agencias nacionales.



En Tumbes, se puede sembrar y cultivar langostino todo el año debido al clima estable. Además, los productores ubicados cerca de la zona costera utilizan el agua de mar y aprovechan las mareas para renovar continuamente el agua de los estanques.

3.2.5 CALIDAD, SANIDAD E INOCUIDAD

El Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) es el ente rector de la sanidad de los productos hidrobiológicos del país. Como tal promueve una red de entidades público-

privadas que la apoyan en el despliegue nacional de su responsabilidad. El PNDA/VPA cuenta con las siguientes líneas de trabajo para la acuicultura a nivel nacional:

- i) Desarrollo y diseminación de los conceptos de aseguramiento y control de calidad de los productos acuícolas, cuyo principal responsable es el SANIPES.



- ii) Fortalecimiento del servicio de sanidad acuícola, mediante la implementación de centros de referencia con actores, como el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) en Tumbes y Callao y el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP.

- iii) Adecuación del marco normativo para optimizar la sanidad de los cultivos de acuicultura. El Proyecto Control por Procesos que está diseñando PNIPA para SANIPES constituirá, sin lugar a duda un importante avance, si se logra concretar.

Finalmente recordar que a nivel internacional, existe una serie de estándares de calidad que se aplican para las prácticas y productos relacionados con el langostino (Seafish, n.d.).

3.2.6 CONSERVACIÓN Y AMBIENTE

Según Seadfood TIP (2018), en Tumbes, se puede sembrar y cultivar todo el año debido al clima estable. Además, los productores ubicados cerca de la zona costera utilizan el agua de mar y aprovechan las mareas para renovar continuamente el agua de los estanques. Por otro lado, en Piura, a 400 kilómetros al sur, el clima es más frío, lo que limita la producción a un solo ciclo desde finales de enero hasta principios de mayo, utilizándose agua dulce del río Piura para los estanques.

Debido a las restricciones ambientales, como la Reserva de biósfera protegida (RBNOAM), falta de agua y las condiciones climáticas (por ejemplo: menor temperatura nocturna), la expansión del cultivo de langostino en estas regiones es bastante limitada.

Según Berger (2015), el impulso de un desarrollo sostenible de la acuicultura debe promover la conservación del ambiente, ocupación concertada del territorio y respeto a

intereses del entorno social, la prevención de enfermedades y el control de especies nocivas, así como la atención a desafíos que imponen variables ambientales y el cambio climático.

Los problemas de enfermedades de langostinos, esencialmente causados por virus y bacterias, pueden impactar las poblaciones naturales de crustáceos, en particular los cangrejos de manglares cuyo la explotación es primordial para familias de las comunidades costeras. La prevención de las enfermedades del langostino, considerada como prioridad a nivel mundial en términos de sostenibilidad de la acuicultura, tiene entonces también mucha relevancia para la sostenibilidad de los ecosistemas costeros.

3.2.7 EXTENSIÓN, DIFUSIÓN, ASISTENCIA TÉCNICA Y DESARROLLO DE CAPACIDADES

El primer cultivo económicamente viable que se estableció en el país, como se ha dicho, fue el de langostino a través de la transferencia de tecnologías que eran conocidas en muy pocos países y totalmente novedosas para los técnicos y productores peruanos que se propusieron adaptarlas en el país. En particular, ha sido notable el trabajo realizado por la iniciativa privada con apoyo de instituciones como el IMARPE y el FONDEPES, para adaptar tecnologías y consolidar los cultivos comerciales existentes. Lamentablemente, solo una pequeña parte de los resultados exitosos de la transferencia y de la innovación tecnológica está documentada.

La fuerza de trabajo calificada es también un insumo importante para la acuicultura. En Perú los profesionales acuícolas se forman en diversos centros de estudios superiores. Tres universidades forman acuicultores, y otras diez, ingenieros pesqueros y biólogos, capacitados



para trabajar en la acuicultura. Además, existen dos centros de enseñanza tecnológica especializada que instruyen a técnicos en acuicultura. Sin embargo, existe un limitado número de especialistas de nivel superior en temas como genética, nutrición y manejo de enfermedades, así como escuelas técnicas para la formación de acuicultores con conocimientos prácticos.

En esa perspectiva, la línea de financiamiento de proyectos de desarrollo de capacidades de PNIPA, se ha constituido en una interesante alternativa para mejorar esta gran carencia que tiene el país para sustentar el desarrollo de la cadena langostinera. Asimismo, cabe resaltar el aporte que viene realizando la Universidad Nacional de Tumbes y empresas de gestión de conocimiento como INCABIOTEC, en la formación de investigadores, profesionales y técnicos.

Actualmente en Perú, la Red Nacional de Información Acuicola (RNIA), creada en el 2012 en el Ministerio de la Producción, es el principal medio que tiene el Estado para divulgar los logros de la acuicultura e informar sobre los problemas que afectan su desarrollo.

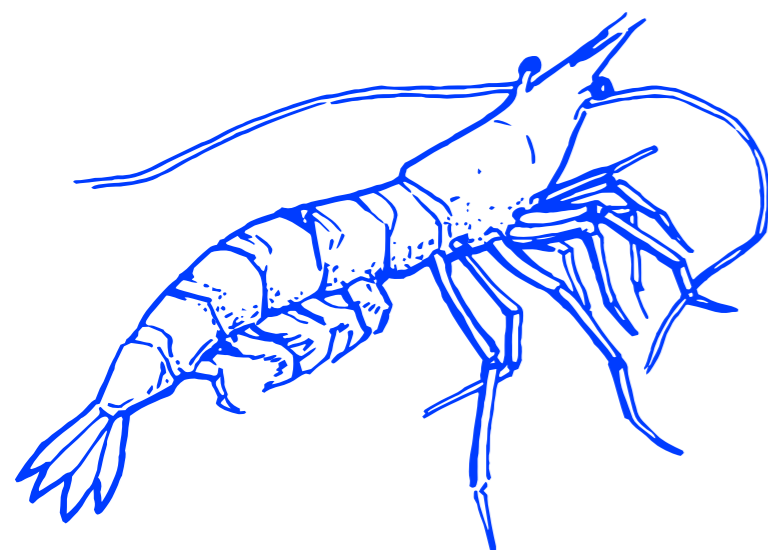
Desde fines del 2017, PNIPA se ha sumado a este esfuerzo, para lo cual cuenta con una importan-

te plataforma de divulgación y comunicación de las actividades y avances de la acuicultura y específicamente de la cadena de langostinos. El GEOSNIPA, la Red de Innovación del Langostino y la diversidad de eventos y simposio que organiza a nivel regional y nacional, son sus principales instrumentos de divulgación.

3.2.8 INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

La investigación sobre acuicultura se lleva a cabo desde hace muchos años de manera débil por instituciones de investigación públicas como IMARPE y varias universidades, mediante la utilización de fondos del Estado, de los Gobiernos Regionales, de la cooperación internacional y otras fuentes. Sin embargo, no se ha logrado establecer un programa coordinado ni determinar prioridades en cuanto a qué especies o aspectos de la acuicultura investigar.

Se vienen financiando proyectos en el tema de pesca y acuicultura en el PNIPA, tanto por el Fondecyt del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) e Innovate, aportaron desde programas de tipo transversal el desarrollo de la acuicultura de langostinos. Pero el gran alto se ha dado con la creación del Programa PNIPA, especializado y focalizado en el fomento de la I&D+i de la acuicultura, para lo cual se espera concretar una inversión de 220 millones de soles a la acuicultura nacional en los primeros cinco años de operación (2017-2022). Si además le agregamos que la perspectiva del Estado es que el PNIPA sea un programa inversión pública de largo plazo (tres fases hasta el 2033), estamos frente a un hito sin precedente en la historia y el desarrollo del subsector.



3.3 Identificación de limitaciones y oportunidades

Si bien el estudio está enfocado en los aspectos tecnológicos, al momento de realizar la identificación de limitaciones y oportunidades, se han considerado también los aspectos no tecnológicos que afectan a la cadena. Algunos desafíos previamente mencionados se presentan a continuación:

Tabla 16
Desafíos identificados en el sector acuicultura

Fuente	Desafíos
Desafíos que enfrentan los cultivos acuícolas en el Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Área de cría discontinua y enfermedades • Aumento de costos y variación (caída de precios) • Variaciones climáticas y cuidado ambiental • Acceso a mercados
Retos pendientes para superar en el sector	<ul style="list-style-type: none"> • Insumos de buena calidad y con costos adecuados • Adecuado manejo de riesgos y sanidad de productos • Desarrollo de mecanismos y uso de tecnología para aumentar rendimientos • Selección y mejora genética de especies • Desarrollo de cultivos bioseguros y amigables con el entorno • Coordinación y articulación entre instituciones • Informalidad es un peligro en el aspecto sanitario • "Doble puerta" para obtener certificaciones e incorrecta supervisión y fiscalización
Principales debilidades y amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de los acuicultivos en pocas especies y regiones • Insuficiente producción local de semilla y escasos centros de mejora genética • Alta informalidad y dificultades para la gestión de permisos • Riesgos del desarrollo no sostenible: casos de destrucción de hábitats, autocontaminación, conflictos por ocupación de espacio o recursos • Oferta mundial proveniente de países con ventajas competitivas • Nuevas exigencias por algunos mercados de destino (presentaciones, valor agregado, sanidad, certificaciones) • Escasa y desorganizada inversión en I&D+i por parte del Estado • Escasos programas de prevención y control de enfermedades • Desinformación y campañas negativas por organizaciones ambientalistas sobre la acuicultura y sus productos • Incertidumbre ante los efectos de El Niño y el cambio climático
Oportunidades para el crecimiento sostenible	<ul style="list-style-type: none"> • Diversificación de especies, zonas de cultivo, productos y mercados de manera sostenible • Aprovechamiento de nuestra gran biodiversidad de especies acuáticas. Aplicación de la biotecnología en sus diversas opciones • Ampliar el acceso a los mercados externos en crecimiento • Desarrollo del mercado interno y de la acuicultura de seguridad alimentaria • Acuicultura de uso industrial (macro y microalgas) • Potenciar el buen uso de las harinas y aceites de pescado • Acuicultura orgánica y otras opciones

Nota: Elaboración propia en base a Berger, 2015; Lavado, 2019; Yopez-Pinillos, 2017

3.3.1 LIMITACIONES

Se entiende como aquel factor que afecta el desarrollo de la cadena, impactando en algún eslabón específico de la misma. Las limitaciones pueden ser del tipo tecnológicas, pero también organizacionales, sociales, económicos, entre otros. En la siguiente tabla se presenta la descripción de las limitaciones identificadas por eslabón recogidas en los talleres participativos.

Tabla 17

Descripción de limitaciones identificadas por eslabón

Eslabón	Limitación	Descripción
Organizacional / institucional	Personal limitado en capacidad y cantidad	Incluye al personal, tanto técnico de planta como operativo. Este último suele representar un cuello de botella, principalmente en los procesos de transformación del langostino, debido a que no se cuenta con personal especializado en cantidad suficiente para que trabaje en plantas de procesamiento realizando actividades de pelado, desvenado y retiro de la cola.
	Duplicidad de funciones de fiscalización en el Estado	La fiscalización de los centros de producción y de la planta de transformación es realizada por varios actores a la vez y no coordinan entre ellos, generando una pérdida de tiempo y dinero en los productores.
	Bajas capacidades en gestión de la I&D+i	Las empresas difícilmente cuentan con especialistas en gestión de proyectos I&D+i, por lo que se asocian con otros actores que complementen dichas capacidades, como universidades o centros de investigación.
Insumos	Disponibilidad y calidad de larvas	Actualmente existe una fuerte dependencia de post-larvas de Ecuador, llegando a ser aproximadamente 70%, lo que ha generado en algunas ocasiones temporadas de escasez de larvas en el país. Además, existe un riesgo de afectar la calidad por una infección de las larvas, que ha llevado al país a establecer controles cada vez más estrictos para la importación de estos insumos.
	Efectos del clima, limpieza de esteros y calidad del agua	Los esteros son afectados por los efectos climáticos (por ejemplo: El Niño) que generan cambios en el nivel de mar, transporte de sedimentos (colmatación) y biogeoquímica del agua. Por lo cual, los costos asociados al tratamiento del agua para el uso en la actividad langostinera han venido incrementándose.

Eslabón	Limitación	Descripción
Cultivo	Enfermedades	Si bien las principales enfermedades se han controlado, hay un fuerte temor de la reaparición de estas o aparición de nuevas, lo que afectaría la producción generando una pérdida que podría afectar hasta el 100% de su producción. Sin embargo, las empresas más grandes ya vienen trabajando para generar la resistencia de las larvas a estas enfermedades.
Transformación	Disponibilidad de estudios de mercados para productos de alto valor agregado	La mayoría de la producción se exporta en forma de langostino congelado, sin cola y/o pelado. Sin embargo, son pocas las empresas que están transformando en productos de mayor valor agregado.
	Disponibilidad de servicios de procesamiento y mano de obra calificada	Si bien hay disponibilidad de plantas de procesamiento, los productores indicaron en los talleres participativos que la mano de obra especializada es limitada para procesamiento, limitando la capacidad de producción.
Comercialización	Barreras de entrada del mercado internacional	Los países importadores continúan incrementando las barreras de entrada en materia sanitaria, lo que implica que las empresas implementen sistemas de bioseguridad más rigurosos. Perú, a diferencia de países como China, es un buen referente en cuanto a calidad y seguridad que ofrece en el producto. Además, las exigencias son variables y dependen del país de destino.
	Costos para análisis y certificación	Los costos de los análisis se han incrementado en los últimos años debido a la poca oferta nacional de estos servicios. Por esa razón muchas veces los productores prefieren adquirirlos desde Ecuador. Las certificaciones son procesos que involucran altos costos, pues implican mejoras en los procesos, sistemas de bioseguridad, capacitación de personal, entre otros.
	Miedo al consumo interno por el colesterol	Hay un temor en la población nacional por la relación entre el consumo de langostino y el aumento del colesterol.

3.3.2 OPORTUNIDADES

Se entiende como aquel factor que permite el desarrollo actual o potencial de la cadena y que está presente en los diferentes eslabones.

Tabla 18

Descripción de oportunidades identificadas por eslabón

Eslabón	Oportunidad	Descripción
Organizacional/ institucional	Disponibilidad de fondos para la I&D+i	Existen fondos interesantes desde el sector público disponibles para financiar proyectos de I&D+i en temas de investigación aplicada, transferencia, innovación, fortalecimiento de capacidades, entre otros.
	Intercambio de información entre actores	La Sociedad Nacional de Acuicultura, que cuenta con un Comité de Langostinos conformado por empresas de distintos eslabones de la cadena (proveedores, productores, transformadores y comercializadores).
Insumos	Utilización de insumos regionales para el desarrollo de nuevos alimentos	Hay la oportunidad de generar nuevas formulaciones que incluyan productos de la región en abundancia y cerca de la zona de producción, como banano, arroz o residuos orgánicos. Una línea de investigación en este ámbito será relevante para este eslabón.
	Adquisición de energías renovables	Implica la modernización de plantas que incluyan paneles solares en el mar, de modo que garanticen un suministro de energía estable. Países como Japón aplican estos sistemas con éxito.
	Mejoramiento genético - programa de prevención de enfermedades	Se podrían desarrollar larvas resistentes a patógenos que permita la prevención a través del suministro de alimentos funcionales que compitan con patógenos, ya que los centros de investigación pueden aplicar la ingeniería genética para eliminar los receptores de los virus y bacterias.
	Laboratorios para la identificación y tratamiento de enfermedades	Hay una demanda nacional insatisfecha de servicios de laboratorio, tanto para la identificación de enfermedades como para su tratamiento. Puede representar una oportunidad para inversionistas que desean entrar en la cadena ofreciendo este tipo de servicios.
Cultivo	Implementación de nuevas tecnologías de cultivos	Debido al cambio de las condiciones climáticas, es necesario cambiar la forma de cultivo asumiendo condiciones de más estrés y mayor demanda de la producción. Para esto se presentan tipos de tecnologías como el policultivo, que podrían ayudar a mejorar la productividad y/o a pasar del cultivo extensivo a intensivo.

Eslabón	Oportunidad	Descripción
Transformación	Demanda de mayor valor agregado	Nuevos productos de alto valor agregado son demandados por el mercado internacional. Aquí se pueden incluir, por ejemplo, los langostinos empanizados, las brochetas, conservas listas para el consumo, entre otros. Mercados como Corea o China pueden ser interesantes para introducir este tipo de productos con mayor intensidad.
	Aprovechamiento de residuos de la producción	El entorno exige una reducción de desechos de la industria. El aprovechamiento de la cabeza del langostino, por ejemplo, representa una fuente de quitina de utilidad para elaborar productos de alto valor económico, como empaques biodegradables o insumos para la industria cosmética o alimentaria.
Comercialización	Marca SNA "Perú" Desarrollo del mercado interno	La iniciativa de los medianos empresarios de desarrollar una marca propia para introducir el consumo del langostino al mercado interno representa una oportunidad interesante para pasar de la producción a la transformación.
	TLC con China	En los últimos años, el Perú ha iniciado un proceso de acercamiento con Asia, que incluye el inicio de negociaciones con sus principales socios comerciales en dicho continente. En este contexto, surge el interés de negociar con China, pues es el país con el mercado más grande del mundo (más de 1 300 millones de personas), cuyo crecimiento ha sido el más elevado a nivel mundial en las dos últimas décadas. Registra tasas del 10 % anual, aproximadamente, y viene experimentando una mayor demanda de importaciones tanto de bienes de consumo, como de materias primas, bienes intermedios y bienes de capital de sus socios comerciales (Mincetur). Dicho acuerdo permite obtener mejor acceso a un mercado cuyas características antes mencionadas involucran una mayor demanda de bienes de consumo, materias primas, bienes intermedios y bienes de capital. Las categorías que se pueden exportar actualmente son: <ul style="list-style-type: none"> • 03061311 <i>Frozen shelled shrimps</i> • 03061319 <i>Frozen shrimps in shell</i> • 03062310 <i>Shrimps and prawns for cultivation</i> • 03062399 <i>Unfrozen shrimps and prawns</i> • 16052000 <i>Shrimps & prawns, prepared or preserved</i>

Nota: elaboración propia.

3.4 Identificación de factores críticos

Son elementos que representan un alto impacto sobre el desempeño de la cadena, en la actualidad o el futuro. No necesariamente deben entenderse como los cuellos de botellas, sino también como factores potenciadores que aporten al desarrollo y direccionamiento de la cadena. En la siguiente tabla se obser-

van los factores críticos que fueron identificados y priorizados por los actores en el primer taller participativo, así como la lista final de factores críticos ajustados, validados y/o agregados en una mesa de trabajo posterior realizada en Tumbes.

Tabla 19

Identificación de factores críticos

Eslabón	Factores críticos identificados en el taller n.° 1	Factores críticos validados y agregados en mesa de trabajo
Insumos	Cantidad disponible y calidad del alimento	Cantidad disponible y calidad del alimento
	Baja calidad del agua del estero	Calidad del agua y suelo del estero
	Escasez y calidad de las larvas	Disponibilidad y calidad de las larvas
	Laboratorios de larvas*	
Cultivo	Enfermedades de las larvas	Bioseguridad
	Energía	
	Mejora de la tecnología	Productividad
Transformación	Utilización de residuos	Aprovechamiento de residuos
	Capacidad de las plantas de transformación	Capacidad de las plantas de transformación
	Permisos para operación de plantas	

Nota: elaboración propia. * Este factor se incluyó como variable dentro del factor escasez y calidad de larvas.

Según Mendoza-Ramirez et al. (2017), las posibilidades de crecimiento del langostino en el Perú se basan tanto en el incremento de los rendimientos por superficie en Tumbes como en la expansión en Piura, a través de una inversión significativa en tecnología productiva con mucho énfasis en investigación y desarrollo en sistemas que aumenten la productividad, la mejora de la alimentación así como de la

calidad de la semilla, acompañados además de procesos de aseguramiento de la calidad de los productos, así como de las condiciones de sanidad y trazabilidad, cada vez más exigidas en los mercados y a cargo de instituciones y profesionales especializados.

A continuación, se muestran los factores que quedaron como factores prioritarios:

Figura 24

Los factores críticos identificados para la cadena del langostino



Nota: elaboración propia.



3.4.1 DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE ALIMENTO

Dos aspectos son importantes cuando hablamos de alimentación para el langostino: la cantidad disponible y la calidad del alimento.

El primero está asociado al abastecimiento suficiente de alimento que varía según el tipo de cultivo. Si bien en Perú las fábricas de alimentos más grandes, como Aquatech, Purina y Nicovita, tienen tiendas en todas las áreas agrícolas importantes, el problema de abastecimiento afectaría principalmente a las empresas que realizan un cultivo intensivo más que extensivo, ya que no todas las empresas proveedoras de alimentos cuentan con una opción para este tipo de cultivo.

Actualmente en el Perú, los rangos de factor de conversión alimenticia (FCA) podrían variar dependiendo del tipo de cultivo, entre 1 a 2. En el caso del cultivo semi-intensivo, el óptimo es de 1.2 a 1.3, mientras el promedio suele estar entre 1.5 a 1.6 de FCA, según las empresas productoras.

3.4.2 DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE LAS LARVAS

Las larvas representan el principal insumo en la producción de langostino y también es un factor crítico de la cadena, principalmente, por la alta dependencia que se tiene de su importación.

En relación con la calidad y sanidad, se cuenta con antecedentes de ingreso de larvas infectadas al Perú desde hace varios años. Por ejemplo, en 2018 inspectores del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera - SANIPES incautaron en Tumbes larvas de langostinos de contrabando procedentes de

Ecuador que tenían como destino un centro de cultivo informal (Agencia Peruana de Noticias, 2018). Este episodio evidenció el alto riesgo que existe en la importación informal de estos productos. A pesar de ello, si bien esta situación representa una limitación para la cadena puede convertirse en una buena oportunidad de negocio.

3.4.3 DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA

La producción de langostinos se caracteriza por ser una acuicultura de aguas cálidas, restringiendo su cultivo en el Perú a la costa norte, habiéndose copado las áreas de expansión para los cultivos tradicionales con el empleo de aguas marinas y salobres en Tumbes. Otras zonas de cultivo surgen en zonas algo menos cálidas del departamento de Piura, en cultivos tierra adentro y con el empleo de agua dulce (Mendoza-Ramirez et al., 2017).

3.4.4 BIOSEGURIDAD

Se define como el control de peligros que se originan fuera del centro acuícola y que, a través de operaciones cotidianas, podrían causar la introducción o propagación de patógenos causantes de enfermedades (SANIPES, n.d.). Incluye las siguientes acciones: i) prevención, ii) control, iii) erradicación de los riesgos para la vida y la salud y iv) reducción del impacto económico generado por las enfermedades.

Una bioseguridad efectiva debe tener en cuenta diversos factores específicos y no

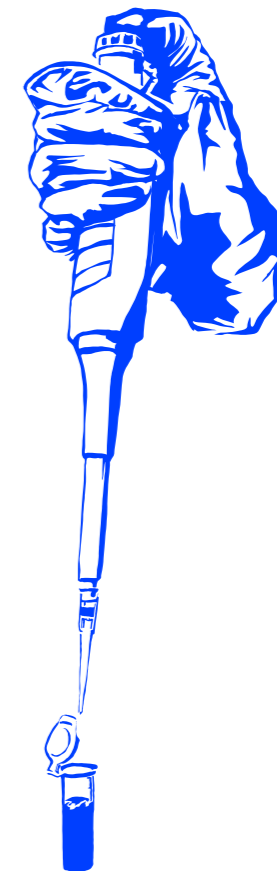
específicos de las enfermedades, desde una perspectiva técnica, económica y de gestión. A su vez, se pueden emplear distintos niveles y estrategias dependiendo de las instalaciones de laboratorio, el tipo de enfermedad y el grado de riesgo percibido.

El Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) recibió la aprobación de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) para autodeclarar al país libre de enfermedades ocasionadas por el virus de la Mionecrosis Infecciosa (VMNI) y el virus de la Cabeza Amarilla genotipo 1 (VECA1), que afectan a los langostinos (Infopesca, 2020).

3.4.5 APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS

Se refiere al proceso que, gracias a un manejo integral, recupera materiales utilizados anteriormente para incorporarlos, temporalmente al ciclo económico y productivo. Para ello se vale de la reutilización, el reciclaje, la incineración, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.

En Perú, la industria del langostino blanco solo ha desarrollado la línea comercial de su carne, por lo que su exoesqueleto es desechado. Ello implica desaprovechar la oportunidad de utilizarlo como fuente de subproductos tales como proteínas, pigmentos, cenizas, calcio y en especial, un polisacárido llamado quitosano, que en la industria alimentaria se utiliza como



espesante, conservante o como envases, entre otras aplicaciones (García-Zavala, 2017).

3.4.6 CAPACIDAD DE LAS PLANTAS DE TRANSFORMACIÓN

Los productores y las plantas de producción privadas prefieren laborar entre ellos de forma directa sin ninguna interferencia de agentes externos. Este tipo de relación permite que los pequeños productores también puedan vender directamente a restaurantes locales, pequeñas tiendas y mercados de pescado. Las grandes empresas, en cambio, cuentan con sus propias plantas de producción, certificadas de acuerdo con las exigencias del mercado nacional e internacional; es el caso de ATISA, Marinasol y Ecosac.

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

Replicando las buenas prácticas



Esta parte recoge la experiencia de la cadena de valor y el entorno organizacional de los principales países exportadores de langostino: India, Ecuador y Vietnam.



parte 2





ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CADENA DE VALOR

El análisis comparativo con los países líderes se realizará a partir de los factores críticos previamente identificados e incluirán las experiencias de mejora de la productividad, transferencia de conocimientos e innovación identificada. Los países referentes que servirán para realizar la comparación son tres: India, Ecuador y Vietnam.

4.1 India



4.1.1 INSUMOS

Alimento

Abastecimiento

Bhaskar (2015), identifica cerca de 25 compañías de alimentos acuícolas, entre nacionales e internacionales. Las principales compañías del rubro son de origen indio, entre ellas, destacan CP Aquaculture, Avanti Feeds, Godrej Agroviet, Growel Feeds, The Waterbase, Grobest Feeds y Nexus Feeds. De este grupo, las líderes del mercado son CP Aquaculture y Avanti. En 2014 vendieron en total, aproximadamente, 500 000 t de alimento para langostino.

Desde una mirada empresarial, el alimento constituye entre el 40% y el 60% del costo operacional en sistemas de producción semi-intensivo e intensivo. Este rango de gasto determina, en gran medida, la viabilidad de la industria de cultivo que requiere de la elaboración de plantas de alimentación (Commissioner of Fisheries, 2017).

Composición de alimento

Los langostinos son alimentados con piensos comerciales y se tiende a usar químicos y probióticos para prevenir brotes de enfermedades y maximizar los rendimientos (Commissioner of Fisheries, 2017).

Larvas

La semilla de alta calidad para las langostineras cuenta con dos fuentes una es natural y otra es la producción de larvas en espacios controlados (Commissioner Fisheries, 2017). Sin embargo, se utiliza mucho más los criaderos de larvas que se concentran en las zonas de Andra Pradesh y Tamil Nadu. Distribuyendo a otros estados a través de una red de agentes y distribuidores que no aseguran la calidad de las larvas, condicionando a los productores a usar viveros para aclimatar dichas larvas antes de liberarlas a los estanques de crecimiento (Seafood TIP, n.d.).

Suelo y agua

Jayanthi et al. (2018), identificó que la mayor área de producción de langostinos en India operan en zonas de manglares y tierras agrícolas, sin aprobación de la Autoridad de Acuicultura Costera; esta informalidad condiciona la sostenibilidad de los recursos costeros y la misma actividad acuícola.

4.1.2 CULTIVO

Bioseguridad

Se han implementado importantes medidas de control de calidad para evitar la transmisión de enfermedades. El Centro Nacional para la Acuicultura Sostenible - NACSA tiene un programa de vigilancia de enfermedades (Ministry of Commerce and Industry, 2016), que implica una inspección de los criaderos por parte de los centros de campo en el marco de un programa de monitoreo trimestral. Esta labor permite recolectar muestras para someterlas

a controles de calidad con el objetivo de detectar la presencia de agentes patógenos, residuos de antibióticos prohibidos y sustancias farmacológicamente activas.

Por otro lado, en la actualidad hay más de 300 plantas de langostino en la India que están certificadas, pendientes de aprobación o en proceso de certificación en Buenas Prácticas en Acuicultura (BPA) que incluye granjas, procesadores, plantas de alimentación y criaderos. Significa que India representa el 15% de las certificaciones en BPA a nivel global. Además, se estima que al final del 2018, el 90% de los piensos en India tendrán certificación (Harkell, 2018)

4.1.3 TRANSFORMACIÓN

Utilización de residuos

Actualmente, se produce quitina y quitosano. Por ejemplo, la empresa *Mahtani Chitosan Private Limited*, ubicada en la costa de Gujarat, produce 50 t de quitosano cada año (Pal & Pal, 2018)

Capacidad de las plantas

Hasta el 2016, se registraron 506 plantas de procesamiento con una capacidad total de 23, 375,15 t, así como 79 fábricas de hielo con capacidad de producir 2 184,35 t (Ministry of Commerce and Industry, 2016).

Productividad

La productividad estimada es de 6,78 t/ha/año (Ministry of Commerce and Industry, 2016).



4.2 Ecuador



4.2.1 INSUMOS

Alimento

Abastecimiento

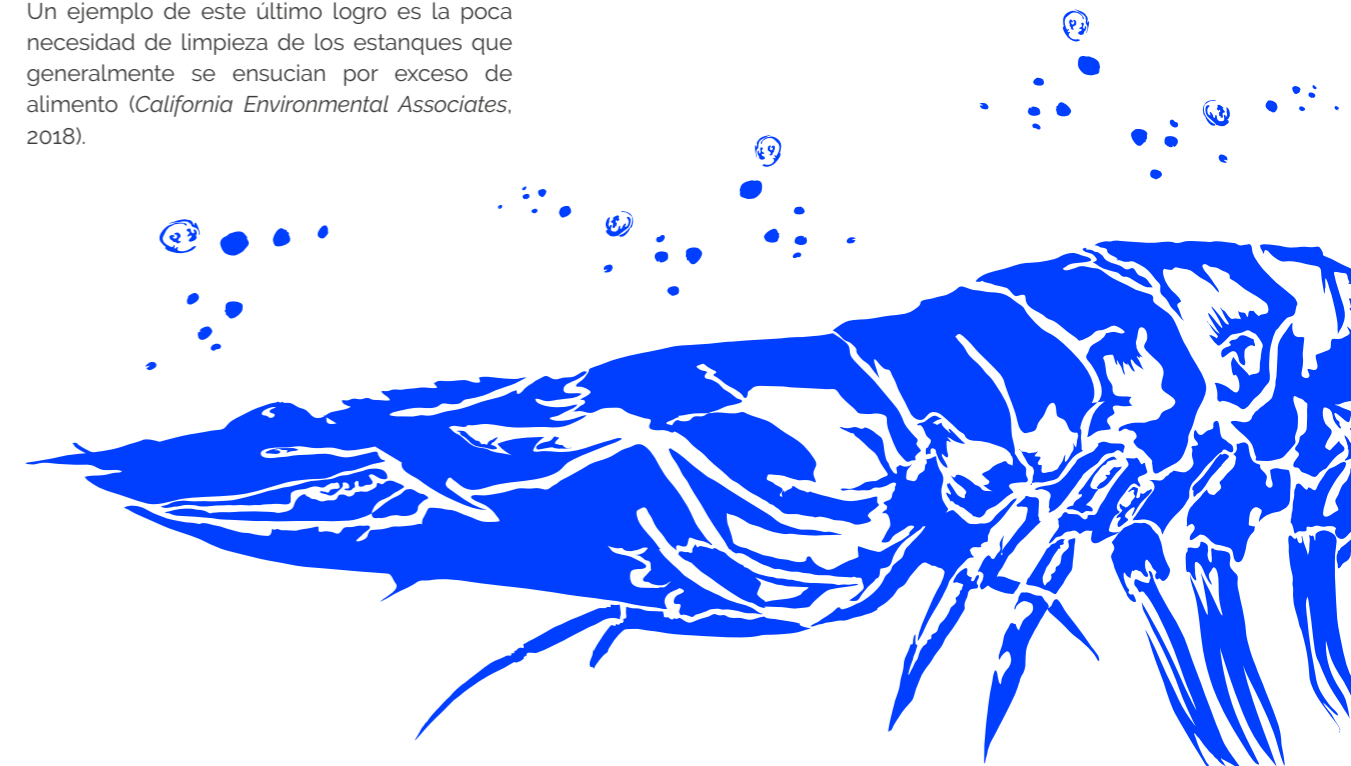
Es abastecido principalmente por empresas multinacionales como Skretting (Países Bajos), Cargill (EE. UU.), Nicovita (Perú) y Biomar (Dinamarca). Estas firmas, en los últimos años, han incursionaron en el país mediante la adquisición total o parcial de operaciones locales ya existentes para luego realizar millonarias inversiones con el fin de ampliar su capacidad de producción y atender la creciente demanda de las langostineras que operan en el país y con perspectivas de cubrir la demanda de otros mercados (ESPAE-ESPOL, 2018).

Gracias a estos movimientos empresariales, Ecuador se ha convertido en un referente en tecnologías de alimentación automática debido a que aumentó su productividad de 3 a 4 ciclos por año, casi cuadruplicó la tasa de crecimiento y redujo el impacto ambiental. Un ejemplo de este último logro es la poca necesidad de limpieza de los estanques que generalmente se ensucian por exceso de alimento (*California Environmental Associates*, 2018).

Larvas

Son producidas principalmente en Ecuador a través de laboratorios propios que abastecen a la producción local. Existe, además, un fuerte interés empresarial e inversiones por mejorar la calidad de las larvas y el abastecimiento (Skretting, 2019).

Los laboratorios de maduración tienen aproximadamente una capacidad de producción promedio de 410 millones de nauplios al día y una anual que asciende a 149 650 millones (INP, 2017). Algunos laboratorios, sobre todo las grandes e integrados que poseen un mayor grado de especialización y tecnología, realizan una selección masal para el manejo de reproductores y nauplios (Alvarado-Sanchez, 2017). Sin embargo, en el 2015, la producción de larvas se redujo en un 30% debido a la disminución del precio del langostino en Asia.



Suelo y agua

Disponibilidad de agua

Se observa una alta dependencia de las condiciones climáticas, como los fenómenos de El Niño y La Niña, que afectan las temperaturas del agua utilizada en los estanques de producción, lo que ocasiona una alta incidencia en la disponibilidad de las especies (ESPAE-ESPOL, 2018). En ese panorama, el Instituto Nacional de Pesca, a través de su programa de Maricultura, ha realizado las primeras pruebas de cultivo de langostino en jaulas flotantes experimentales con resultados prometedores (Lopez-Alvarado et al., 2014)

Por otro lado, hay que mencionar que la implementación de pozas langostineras en playas y bahías en reemplazo de manglares ha ocasionado que se pierdan el 70% de ellos. Este fenómeno ha perjudicado a miles de familias cuyas vidas dependían de los recursos que ofrecían dichos ecosistemas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017)

Según el Banco Mundial, en un periodo de 15 años (1984-1999) la destrucción de superficie se elevó a 57,53% (208, 714.69 ha) (Chávez-Antón & Zurita Herrera, 2000)

Según investigaciones del Banco Mundial, más del 60% del fósforo y el 80% del nitrógeno desembocan en las corrientes acuáticas, con lo cual se estimula la proliferación de algas y la turbidez del agua, impidiendo la oxigenación, y dando paso a la eutrofización, lo cual causa mortandad de especies y alteración de los ecosistemas acuáticos en pH y transparencia (ESPAE-ESPOL, 2018).

4.2.2 CULTIVO

Luego de que los brotes de la enfermedad diezmaron gran parte de la producción del país a fines de la década de 1990, Ecuador adoptó un modelo de producción semiintensivo que le valió la fama del país con un cultivo sostenible de langostino produciendo con los precios más altos del mercado. En los últimos 15 años, la producción volvió a intensificarse gradualmente, pasando de 50,000 t en el 2000 a más de 400,000 t en 2015 (California Environmental Associates, 2018).

Bioseguridad

Para tener ejemplares con una mayor resistencia a las enfermedades, se ha promovido el acceso a larvas de material genético seleccionado, criadas en laboratorios y con mayor resistencia a las enfermedades. Adicionalmente, se han implementado kits de prevención ante el surgimiento de cualquier afección.

Desde el ámbito de la fiscalización, el Instituto Nacional de Pesca realiza de manera periódica estudios en el "Laboratorio de ensayo de productos de uso acuícola" (LAB-EPA), el único Laboratorio en Sudamérica que posee el Kit (IQ REAL Tn AHPND/EMS Toxin 1) en tiempo real para la identificación del Síndrome de Mortalidad Temprana (EMS).

Estas acciones han permitido que la industria langostinera ecuatoriana se consolide en el mercado con grandes empresas integradas verticalmente y un entorno que ofrece la posibilidad de tener acceso a recursos mejorados, como las larvas criadas en laboratorio mencionadas anteriormente (ESPAE-ESPOL, 2018).

4.2.3 TRANSFORMACIÓN

Aprovechamiento de residuos

Actualmente, Ecuador tiene muchas posibilidades de invertir en la elaboración de productos de valor agregado a partir de los residuos de langostino. Se encuentra próximo a firmar un convenio entre tres partes —GIHON, Pesquera Veraz y el INTI— para encausar las actividades conjuntas e implementar una cadena de valor que parta de los residuos del procesado de langostinos e incluya la producción de quitina, quitosano y su aplicación en diferentes campos.

En ese horizonte, Changoluisa-López & Sánchez-Solis (2016), sugieren buscar alternativas de inversión extranjera directa para la instalación de plantas procesadoras de quitosano.

Plantas de procesamiento

La mayoría de las grandes empresas langostineras de Ecuador son exportadoras y se concentran en Guayaquil o sus alrededores. Suelen abarcar toda la cadena de producción y la comercialización del langostino. Cuentan, además, con altos estándares de calidad.

Productividad

La industria langostinera nacional muestra un nivel de consolidación, cuya productividad según tipo de sistema de producción es: extensiva (0.27), semi-intensivo (0.45- 2.26), intensivo (2.26), con empresas de gran tamaño integradas ver-

tualmente (plantas de procesamiento, fábricas de piensos, laboratorios y langostineras) (ESPAE-ESPOL, 2018).

4.2.4 COMERCIALIZACIÓN

El cultivo intensivo de langostino a bajas densidades de repoblación permite que Ecuador produzca langostino de alta calidad. Esta producción genera una fuerte demanda en los mercados asiáticos, particularmente en China, aunque gran parte de la importación de langostino ecuatoriano en China se realiza a través de canales "grises" en Vietnam.

En comparación con las cadenas de suministro asiáticas, el mercado de exportación de Ecuador está bastante consolidado, con el 71% de todas las exportaciones atribuidas a 10 empresas. Debido a los costos laborales relativamente altos, los proveedores de Ecuador buscan la diferenciación en el mercado global a través de una mayor calidad de los productos y al mismo tiempo compiten en el mercado de productos básicos (California Environmental Associates, 2018).

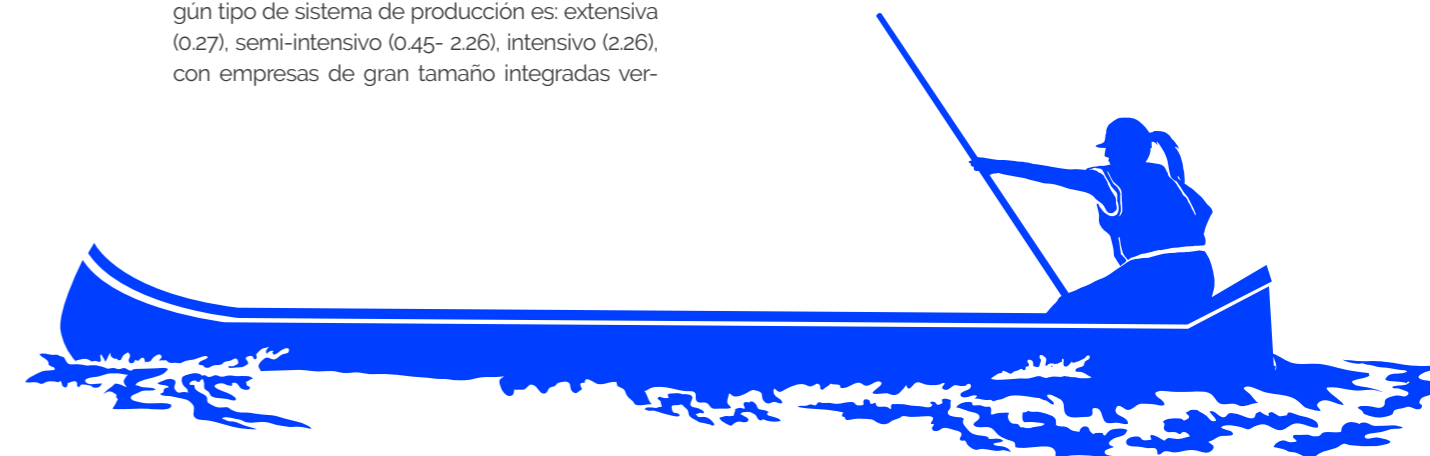
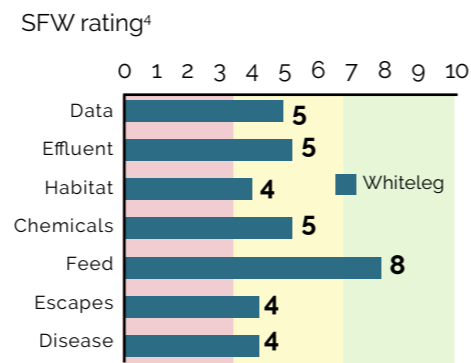
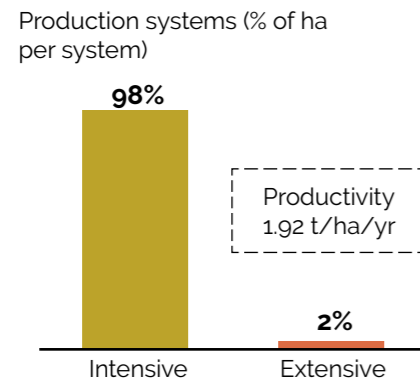
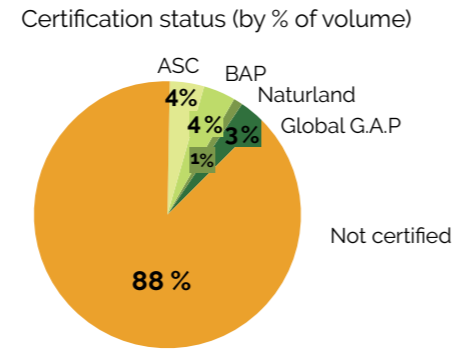
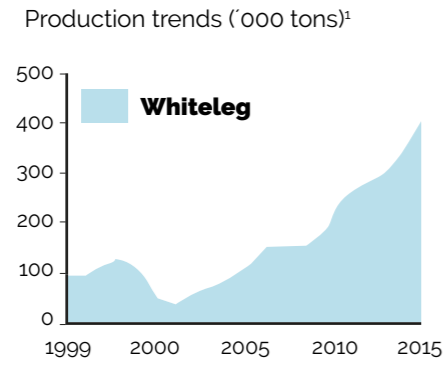




Figura 25

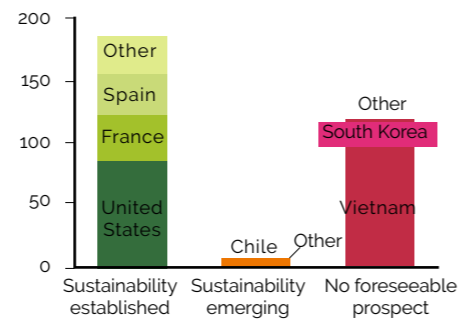
Principales datos de la industria de langostino en Ecuador



Noteworthy

- Ecuador is the only top-producing country with vertical integration of farms and processing segments
- Intensification is increasing after several years of cautious farming techniques to curb disease
- Ecuadorian shrimp considered high quality market in US and Asia
- Ecuador competing both on product and commodity markets

Export volume⁵ (total=240 733 tons)



Nota: adaptado de California Environmental Associates – CEA (2018).

4.3 Vietnam



Es el octavo país asiático que cuenta con más población y el quinceavo en todo el mundo. En 2017 contó con una población aproximada de 93,6 millones. Está ubicado en la península oriental de Indochina con un área de 331 210 km². Posee una costa de 3 444 km de longitud, lo que ha hecho de la pesca y la acuicultura (en agua dulce y salada) dos actividades económicas muy importantes en su historia.

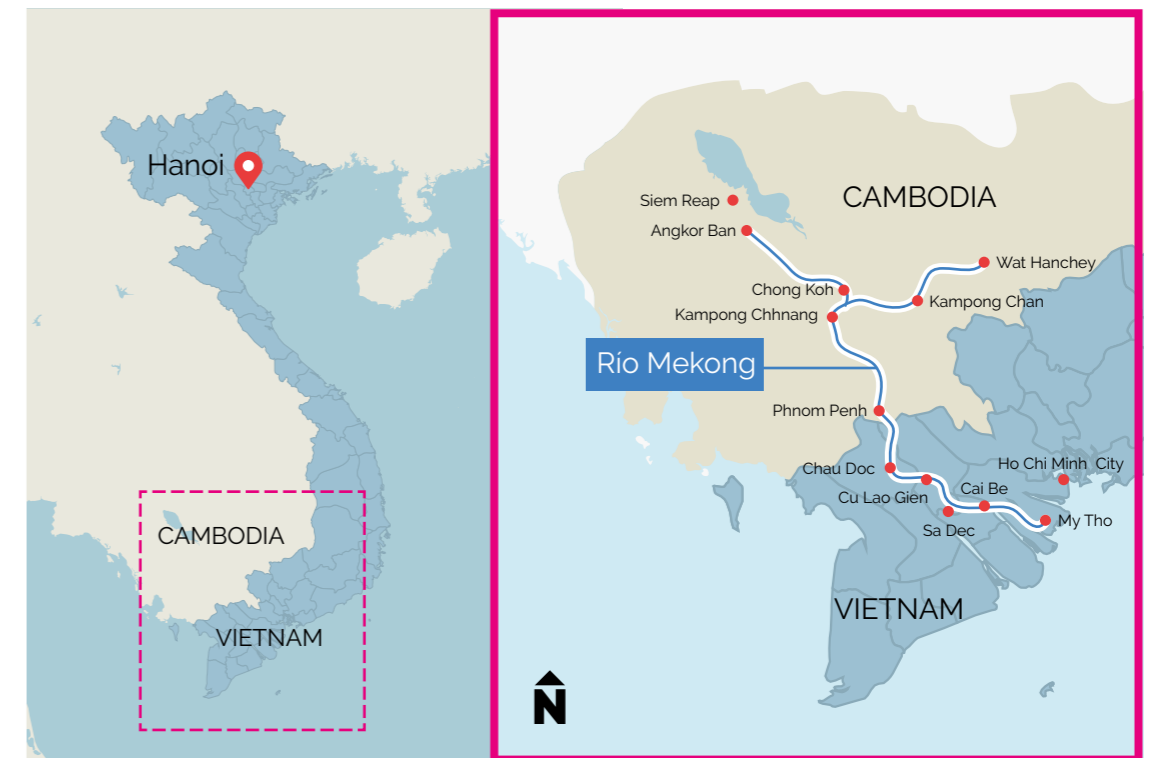
tomó el control de Tailandia. Posteriormente, fue superado por India en 2017.

A la fecha, Vietnam es el cuarto mayor exportador del mundo, seguido de China, Noruega e India. Sus sectores clave de acuicultura incluyen pangasius, langostinos, tilapia y, cada vez más bivalvos y peces marinos, como la cobia, la lubina y el mero (Seafood TIP, 2018b).

En 2014, el país fue el principal exportador del sudeste asiático, en buena medida porque

Figura 26

Mapa de Vietnam que muestra la ubicación del río Delta Mekong



Nota: tomado de Pham, 2008.

4.3.1 INSUMOS

Alimento

Abastecimiento

El *Vietnamese Institute for Fisheries Economics and Planning-VIFEP* (2009) estima que en el país operan unas 53 plantas productoras de alimentos (Tran et al., 2013). Entre las empresas más importantes destacan Archer Daniels Midland Co., Cargill Inc., Nutreco N.V, BASF SE, Biomin GmbH, INVE Aquaculture Inc., Skretting, Aller Aqua, De Heus LLC, Altech Inc y Anvet Pharma.

Ese potencial comercial ha permitido que Vietnam se convierta en uno de los principales productores de piensos acuáticos del mundo, con una producción total de 3.4 millones de t métricas en 2017, con una tasa compuesta anual de 10.5%.

A pesar de estas cifras, el precio del alimento para el langostino sigue siendo alto y esto tiene un impacto directo en los costos de producción y los retornos, así como en la sostenibilidad financiera de la industria del cultivo de langostino (Pham, 2008).

Larvas

El abastecimiento de larvas en Vietnam es posible gracias a las empresas incubadoras que importan reproductores de langostino de los Estados Unidos u otros países para producir post-larvas. Dichos laboratorios comúnmente son de pequeña escala y están operados por redes familiares (VIFEP, 2009). Anualmente, estos criaderos producen entre 25 y 30 mil millones de post-larvas (Tran et al., 2013).

Los productores a pequeña escala compran a intermediarios mientras que las granjas a gran escala a menudo prefieren comprar directamente a las incubadoras. Incluso

pueden llegar a enviar a un personal al criadero para asegurarse la buena calidad de las post-larvas.

Suelo y agua

Disponibilidad del agua

La acuicultura en Vietnam tiene destinada un área de alrededor de un millón de hectáreas, incluyendo las 700 000 hectáreas reservadas para el cultivo de langostino (Van & Bao, 2017).

Nivel de contaminación

La calidad del agua se ve afectada por el tipo de sistema de cultivo de langostino. En otras palabras, cuanto mayor sea la intensificación del cultivo de langostino, la calidad del agua residual será menor. En esa línea, la concentración más alta de iones de amonio (NH₃-N, NO₂-N, COD y BOD₅) y oxígeno disuelto (OD) más baja observada en granjas intensivas, sugiere que el agua contenía mayor cantidad de materia orgánica en comparación con las concentraciones de las granjas de producción extensiva y semiintensivo (Nguyen et al., 2007).

4.3.2 CULTIVO

Bioseguridad

Vietnam ha implementado importantes medidas de control de calidad para evitar la transmisión de enfermedades. Cuenta con regulaciones públicas más estrictas sobre procesadores, intermediarios, productores y proveedores de insumos implementados a través del marco regulatorio establecido. Una de esas organizaciones es el Departamento Nacional de Aseguramiento de la Calidad Agro-Forestal-Pesquera (NAFIQAD), que tiene la responsabilidad de inspeccionar a las compañías procesadoras de productos del mar y asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos por los mercados extranjeros (Tran et al., 2013)

Productividad

Duijn et al. (2012), distingue dos especies de langostinos producidos y mide el rendimiento de tres sistemas de producción en Vietnam, expresados en t/ha/año, siendo el primero *Litopenaeus monodon* que se produce bajo un sistema extensivo (0.37), semiintensivo (0.85) e intensivo (1.07); en el caso de *Litopenaeus vannamei*, el sistema extensivo registra un rendimiento de 3.77, semiintensivo (6.04) e intensivo (9.2)

4.3.3 TRANSFORMACIÓN

Utilización de residuos

En la actualidad, las cabezas de langostino en Vietnam se utilizan principalmente para la recuperación de quitina, y una cantidad muy limitada está destinada a la producción de quitosano. Los otros componentes bioactivos, como la caroproteína, los minerales (básicamente calcio), los lípidos en cambio, no se han podido recuperar y se terminan vertiendo al agua residual.

Las plantas de procesamiento de langostino empaquetan las cabezas y el exoesqueleto en bolsas de 50 kg y luego las venden

a las plantas de procesamiento que se especializan en desechos de langostino. En estas empresas, las cabezas son prensadas para luego exprimir sus jugos que después de un proceso de secado se convierte en polvo. Este se utiliza como atrayente en alimentos para langostino. En cuanto al exoesqueleto, estas se secan y se venden a una compañía japonesa que las convierte en quitosano y glucosamina (Shrimp News, 2014).

Plantas de procesamiento

En Vietnam existen alrededor de 100 empresas procesadoras de langostino. De ellas, el 50% están ubicada en Mekong Delta. La mayoría realiza transacciones directamente con otros países, sin embargo, otras prefieren trabajar con agentes exportadores (Duijn et al., 2012). Su capacidad y tecnología varían sustancialmente: desde procesamientos primarios hasta los más sofisticados (Tran et al., 2013)

4.3.4 COMERCIALIZACIÓN

La pesca y la acuicultura contienen los productos más importantes de la exportación en Vietnam: langostinos (congelados o frescos) y el pangasius. Así, en 2016, las exportaciones de langostinos (Partida 030617) de Vietnam alcanzaron un valor de 1,820 cientos de millones de dólares americanos, lo cual representó la exportación de 223,122 t de productos de la partida que incluye langostinos.

El principal destino de las exportaciones de Vietnam fue Japón, seguido de Estados Unidos, China y Corea del Sur. No obstante, hay que mencionar que las exportaciones de Vietnam han caído en los últimos años. Posiblemente por un menor requerimiento de compras de sus principales importadores: Japón y Estados Unidos.

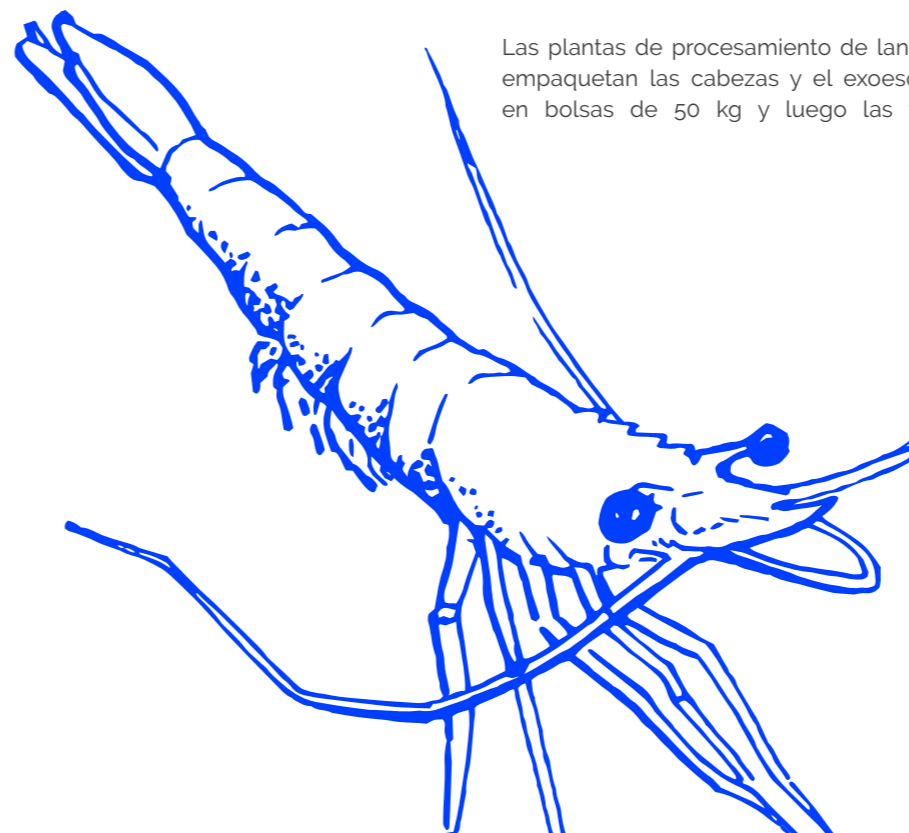
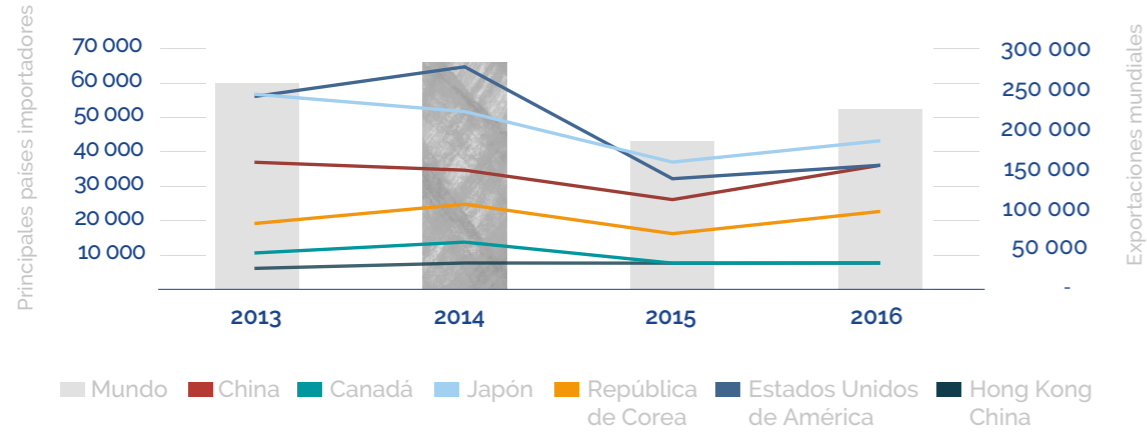




Figura 27

Principales destinos de exportación de Vietnam según partida 030617



Nota: elaborado con TRADE MAP, 2018. La partida 030617 corresponde a Camarones y Langostinos congelados, ahumados, pelados o no incluye camarones.

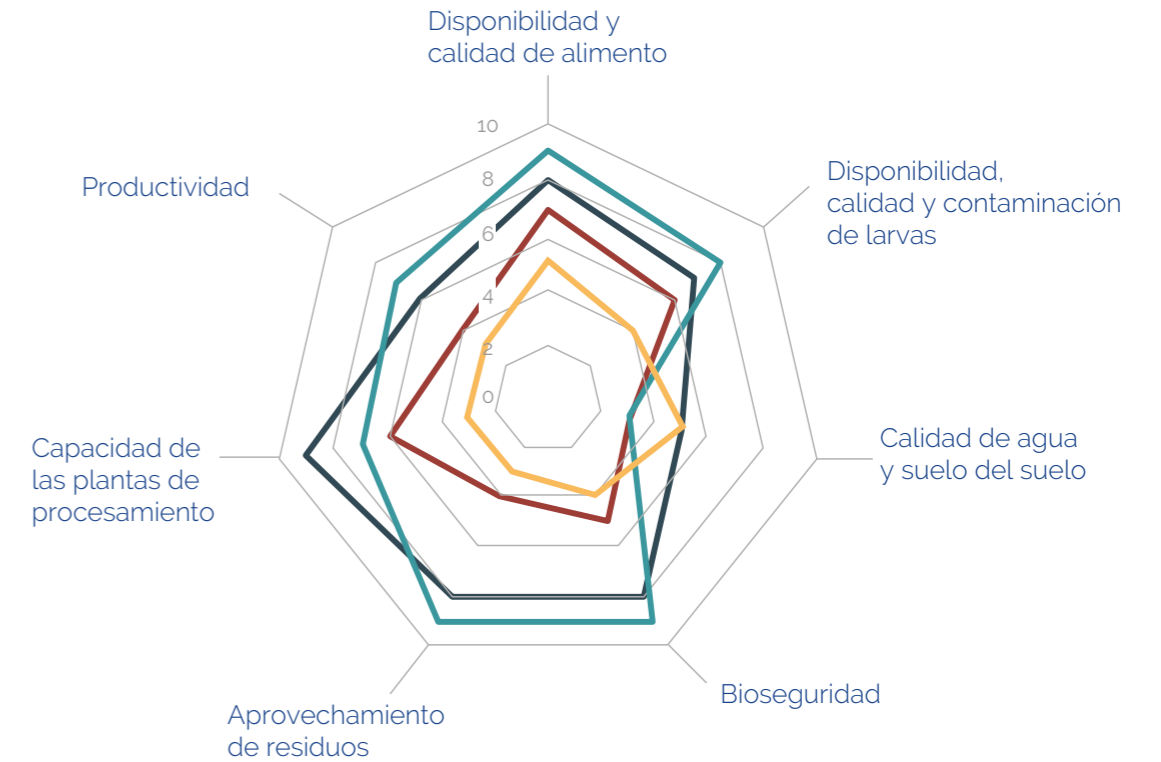
4.4 Comparación por factores críticos

A continuación, se muestran los cuadros comparativos por cada variable crítica identificada. La valorización se realizó a partir de la información secundaria recopilada en la evaluación comparativa (benchmarking) por país.

Figura 28

Comparación de factores por países

Perú Ecuador India Vietnam



Nota: elaboración propia.

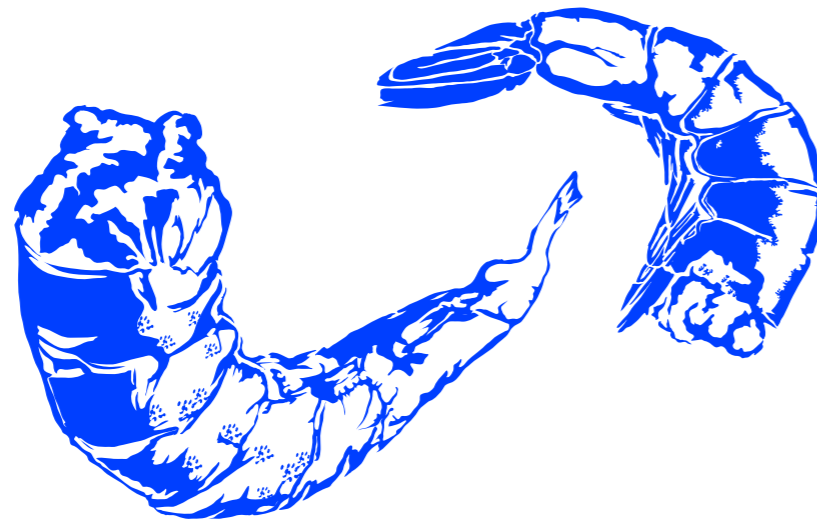




Tabla 20

Cuadro de comparación por países

Factor crítico	Perú	Ecuador	India	Vietnam
1. Disponibilidad y calidad de alimento	Hoy en día en Perú se cuenta con la presencia de empresas nacionales, como Aquatech, Purina y Nicovita en todas las áreas acuícolas importantes. Adicionalmente, las empresas más grandes del sector trabajan con alimentos de empresas transnacionales, como Skretting que son fabricados en Ecuador.	El alimento es abastecido principalmente por empresas multinacionales, como Skretting (Nutreco, Países Bajos), Cargill (EE. UU.), Nicovita (Alicorp, Perú) y Biomar (Dinamarca), que en los últimos años incursionaron en el país mediante la adquisición total o parcial de operaciones locales ya existentes.	Actualmente, la cadena es abastecida por cerca de 25 empresas de alimentos acuícolas entre nacionales e internacionales. CP Aquaculture (India) continúa invirtiendo en la compra y construcción de nuevas fábricas de alimentos (Bhaskar, 2015). En el caso de la tecnología para la fabricación de los piensos, hay una metodología casera (Commissioner Fisheries, 2017).	Es uno de los principales productores de piensos acuáticos del mundo, con una producción total de 3,4 millones de t métricas en 2017, con una tasa compuesta anual de 10,5%. Vietnam representó un aumento de alrededor del 4% en la producción de alimentos para acuicultura en los años 2016 y 2017
2. Disponibilidad, calidad y contaminación de larvas	Según Berger (2015), las conchas de abanico, los langostinos y la trucha dependen de la importación de semilla o su captura en el medio natural. Esta situación representa un riesgo ante eventos climáticos y oceánicos, así como epidemias y barreras de comercio internacional.	Las larvas son producidas principalmente en Ecuador. Este país cuenta con laboratorios propios que abastecen a la producción local y hay un fuerte interés de inversión para mejorar la calidad de las larvas y el abastecimiento.	La semilla de alta calidad para las langostineras cuenta con dos fuentes: natural y la producción de larvas en espacios controlados (Commissioner Fisheries, 2017).	Los laboratorios de langostino comúnmente son de pequeña escala y están operados por redes familiares (VIFEP, 2009). Anualmente, estos criaderos producen entre 25 y 30 mil millones de post-larvas de langostino (Tran et al., 2013).



Factor crítico	Perú	Ecuador	India	Vietnam
3. Calidad de agua y suelo del estero	La producción de langostinos se caracteriza por ser una acuicultura de aguas cálidas, restringiendo su cultivo en el Perú a la costa norte, habiéndose copado las áreas de expansión para los cultivos tradicionales con el empleo de aguas marinas y salobres en Tumbes. Otras zonas de cultivo surgen en zonas algo menos cálidas del departamento de Piura, en cultivos tierra adentro y con el empleo de agua dulce (Mendoza-Ramirez et al., 2017).	La actividad langostinera contribuyó a la pérdida de más de 70% de manglares del país. Estos ecosistemas fueron reemplazados por estanques de langostino en playas y bahías. Ello perjudicó a miles de familias que dependían tradicionalmente de los recursos de los manglares.	Jayanthi et al. (2018), identificó que la mayor área de producción de langostinos en India operan en zonas de manglares y tierras agrícolas, sin aprobación de la Autoridad de Acuicultura Costera; esta informalidad condiciona la sostenibilidad de los recursos costeros y la misma actividad acuícola.	Cuenta con un área destinada a la acuicultura de alrededor de un millón de hectáreas, incluyendo las 700,000 hectáreas para el cultivo de langostino (Van & Bao, 2017).
4. Bioseguridad	El Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) recibió la aprobación de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) para autodeclarar al país libre de enfermedades ocasionadas por el virus de la Mionecrosis Infecciosa (VMNI) y el virus de la Cabeza Amarilla genotipo 1 (VECA1), que afectan a los langostinos (Infopesca, 2020).	Para tener ejemplares con una mayor resistencia a las enfermedades, se ha promovido el acceso a larvas de material genético seleccionado, criadas en laboratorios y con mayor resistencia a las enfermedades. Adicionalmente, se han implementado kits de prevención ante el surgimiento de cualquier afección.	Se han implementado importantes medidas de control de calidad para evitar la transmisión de enfermedades. El Centro Nacional para la Acuicultura Sostenible (NaCSA) tiene un programa de vigilancia de enfermedades (Ministry of Commerce and Industry, 2016).	Ha implementado importantes medidas de control de calidad para evitar la transmisión de enfermedades. Cuenta con regulaciones públicas más estrictas sobre procesadores, intermediarios, productores y proveedores de insumos implementados a través del marco regulatorio establecido.
5. Aprovechamiento de residuos	En Perú, la industria del langostino blanco solo ha desarrollado la línea comercial de su carne, por lo que su exoesqueleto es desechado. (García-Zavala, 2017).	Tiene muchas posibilidades de invertir en la producción de productos de valor agregado a partir de los residuos de langostino.	Se produce quitina y quitosano. La empresa Mahtani Chitosan Private Limited, ubicada en la costa de Gujarat, produce 50 t de quitosano anualmente (Nasar, 2018).	En la actualidad, las cabezas de langostino en Vietnam se utilizan principalmente para la recuperación de quitina y una cantidad muy limitada está reservada para la producción de quitosano.

Factor crítico	Perú	Ecuador	India	Vietnam
6. Capacidad de las plantas de procesamiento	Las grandes empresas cuentan con sus propias plantas de producción, certificadas de acuerdo con las exigencias del mercado nacional e internacional; es el caso de ATISA, Marinasol y Ecosac.	La mayoría de las grandes empresas langostineras de Ecuador son exportadoras y se concentran en Guayaquil o sus alrededores. También suelen abarcar toda la cadena de producción y comercialización del langostino y tener altos estándares.	Al 2016 registró 506 plantas de procesamiento con una capacidad total de 23 375.15 t, así como 79 fábricas de hielo con capacidad de producir 2 184.35 t (Ministry of Commerce and Industry, 2016)	Existen alrededor de 100 empresas procesadoras de langostino. De ellas, el 50% están ubicada en Mekong Delta. La mayoría realiza transacciones directamente con otros países, sin embargo, otros prefieren trabajar con agentes exportadores (Duijn et al., 2012). Su capacidad y tecnología varían sustancialmente: desde procesamientos primarios hasta los más sofisticados (Tran et al., 2013).
7. Productividad	Piura cuenta con 500 hectáreas de producción y Tumbes con 6 497 hectáreas. La producción en el año 2018 fue de 3 574.7 t para Piura y de 28 717.18 t para Tumbes. Con estos datos se podría indicar que la productividad anual se encuentra entre 4.42 t/Ha para Tumbes y 7.15 t/Ha para Piura en el año 2018.	La productividad, según tipo de sistema de producción, es la siguiente: extensiva (0.27), semi-intensiva (0.45-2.26), intensiva (2.26) (ESPAE-ESPOL, 2018).	La productividad estimada es de 6.78 t/ha/año (Ministry of Commerce and Industry, 2016).	De acuerdo con un estudio (Duijn et al., 2012), la productividad en 2010, expresado en t/Ha/año y según el tipo de sistema de producción. Para L. monodon fue la siguiente: extensiva (0.37), semintensiva (0.85), intensiva (1.07). En el caso de L. Vannamei, las cifras fueron: extensiva (3.77), semintensiva (6.04), intensiva (9.2).

Nota: elaboración propia.

VISIÓN DE FUTURO

Hacia la construcción de una cadena de valor fortalecida

Esta parte plantea y analiza los diversos escenarios que podría afrontar la producción del langostino con el fin de contar con alternativas para tomar decisiones estratégicas. Se plantean, además, los objetivos estratégicos y líneas de investigación que orientan el desarrollo de la Agenda I+D+i para mejorar la competitividad de los actores que intervienen en la cadena de valor de la especie.



5 ANÁLISIS PROSPECTIVO

Este tipo de análisis busca mediante la exploración de la opinión y percepción de expertos de la cadena, prevenir y preparar a los actores involucrados en el sector ante los cambios que se puedan presentar. Para la construcción de una visión de futuro es apropiado seguir una ruta metodológica que permita la construcción del escenario deseado (Castellanos, 2009).

La fase del análisis prospectivo comprende tres objetivos (CEPLAN, 2016):

- Comprender el sector identificando los elementos internos que lo componen y los externos que influyen sobre él.
- Anticiparse a los riesgos y oportunidades que presentan los escenarios de futuro para minimizar o aprovechar sus efectos, respectivamente.
- Incrementar las capacidades de los gestores en la exploración del futuro como fuente de información que mejore la toma de decisiones.

En las secciones anteriores se ha realizado un análisis amplio de los aspectos internos y externos de la cadena. Asimismo, se han analizado los factores críticos que fueron priorizados mediante consulta a los actores claves.

En esta sección se delimitará cada uno de los factores críticos obtenidos de forma precisa. Asimismo, se presentará la definición de las variables claves establecidas con los actores de la cadena y los indicadores seleccionados para la construcción de escenarios futuros.

También, se hará una síntesis de las tendencias globales del sector pesca y acuicultura que tienen incidencia en la cadena del langostino y tendencias vinculadas a la especie.

Finalmente, en esta sección se hará una descripción de los cuatro escenarios: actual, deseado, disruptivo y escenario de crisis de la cadena productiva; concluyendo con un análisis comparativo de todos los escenarios obtenidos.

5.1 Identificación de factores críticos

A continuación, se delimita los factores críticos que se utilizarán para el análisis prospectivo a través de variables estratégicas.

Tabla 21

Definición de factores críticos para el análisis prospectivo

Factores críticos	Definición
Cantidad disponible y calidad del alimento	Incluye las variables de disponibilidad de alimento, precio del alimento para la fase de engorde y calidad de alimento.
Disponibilidad, calidad y grado de contaminación de larvas	Se define como la disponibilidad y la calidad de las larvas. El aspecto de calidad está asociado a su nivel de sobrevivencia.
Calidad del agua y suelo del estero	El factor agua se asociará principalmente a la calidad, ya que esta fue la variable de mayor preocupación para el desarrollo de la cadena.
Bioseguridad	Tiene como variable el nivel de prevención y control de enfermedades del langostino. Esta es una variable de resultado que implica una adecuada implementación de sistemas o protocolos de bioseguridad y se evaluará, principalmente, en los centros de producción.
Aprovechamiento de residuos	Se relaciona con el valor que se puede obtener a partir de los residuos del langostino ya sea directamente por los actores asociados a la cadena del langostino u otros agentes económicos.
Capacidad de las plantas de procesamiento	Se asocia a la capacidad de las plantas de procesamiento para atender los requerimientos de las empresas langostineras.
Productividad	Se relaciona con el rendimiento promedio de la actividad langostinera en el Perú.

Nota: elaboración propia.



5.2 Análisis de tendencias

La etapa de análisis de tendencias globales busca indagar en documentos y reportes factores del entorno que podrían afectar a la cadena. A continuación, se presenta una síntesis organizada por su relación con los factores críticos identificados.

5.2.1 TENDENCIAS DE PESCA Y ACUICULTURA

Las siguientes tendencias globales en acuicultura y pesca tienen injerencia en áreas tecnológicas:

Tabla 22

Tendencias globales que influyen en la acuicultura

Tema	Descripción
Tecnologías asociadas al Internet de las Cosas (IoT): impresión 3D, robots, drones, sensores	Las tecnologías asociadas al Internet de las Cosas ayudan a mejorar la productividad y calidad de los procesos de pesca y acuicultura. Un pez impreso con 3D, por ejemplo, puede permitir oportunidades para seguir estudiando y comprender los entornos naturales de las especies relacionadas con la acuicultura.
	<p>Robots</p> <p>Las gigantescas jaulas robóticas itinerantes autónomas conocidas como <i>aquapods</i> que son granjas de peces de rotación libre que pueden albergar varios cientos de miles de peces. Si bien estas jaulas pueden parecer costosas, la eficiencia del sistema puede ser mayor en comparación con otros costos de la acuicultura. Una de estas infraestructuras es la SeaStation de Innova Sea.</p>
	<p>Drones</p> <p>Ofrecen aplicaciones para la acuicultura tanto por encima como por debajo del agua. Estas máquinas pueden utilizarse para monitorear granjas de peces en alta mar y realizar las tareas que actualmente requieren la intervención humana (especializada y costosa), como la inspección de jaulas subacuáticas en busca de daños o agujeros.</p>
	<p>Biosensores</p> <p>Los biosensores creados por Sense-T, están generando una mayor eficiencia en la industria mediante el análisis de los niveles de oxígeno, la temperatura del agua e incluso la medición de la frecuencia cardíaca y el metabolismo. En el caso de la India, las granjas langostineras utilizan este tipo de sensores para monitorear los niveles de oxígeno disuelto y equilibrar el pH, con el fin de crear una atmósfera ideal que mejore la eficiencia y el rendimiento del langostino.</p>

Tema	Descripción
Tecnologías disruptivas: cadenas de bloques o blockchains, sensores, Sistemas de Identificación Automática (SIA)	En el sector de la pesca y la acuicultura, las tecnologías disruptivas pueden cambiar la actividad pesquera porque ofrecen a los pescadores más información que les permite obtener mayores beneficios para su actividad laboral. En ese sentido, las cadenas de bloques, los sensores y Sistemas de Identificación Automática demuestran el potencial de la tecnología disruptiva para cambiar los procesos, la rentabilidad y la sostenibilidad del sector acuícola.
	<p>Cadenas de bloques o blockchains</p> <p>Se trata de una tecnología de la información que actúa como un libro de registro compartido de almacenamiento digital y seguimiento de datos relacionados con un producto o servicio desde la etapa de la producción en bruto hasta que llega a manos del consumidor en tiempo real.</p>
	<p>Sensores</p> <p>Utilizados a bordo de los buques (como las sondas acústicas) y en aguas abiertas (en boyas o como drones autónomos) permite detectar y estudiar los peces con mayor facilidad. La información que suministran cuando se combinan con informes de capturas puede cambiar radicalmente el número y la calidad de las evaluaciones ambientales y de las poblaciones de los peces.</p>
	<p>Sistemas de Identificación Automática (SIA)</p> <p>Son utilizadas para evitar las colisiones en los buques y en los servicios de tráfico marítimo en la costa. Por medio de un transmisor de muy alta frecuencia integrado a través del espectro radioeléctrico público y utilizando señales de radio no encriptadas, los transceptores del SIA, automáticamente y a intervalos regulares, transmiten diferente tipo de información, como identidad, posición, velocidad y condiciones de navegación del buque.</p>

Nota: elaboración propia, en base a *Global Aquaculture* (2018); FAO (2016).



5.2.2 TENDENCIAS MUNDIALES EN LANGOSTINO

De acuerdo con *Global Aquaculture Alliance*, la consolidación en curso dentro de la industria del langostino tanto en Asia como en las Américas, ha ocasionado que grandes empresas integradas verticalmente puedan maximizar su eficiencia y economías de escala. Como resultado, la producción actual podría duplicarse para 2030; sin embargo, es necesario prestar más atención a diversos temas en curso, incluida la mejora genética, los requisitos nutricionales y los ingredientes de los alimentos, la gestión de la salud, el medio ambiente y otras cuestiones.

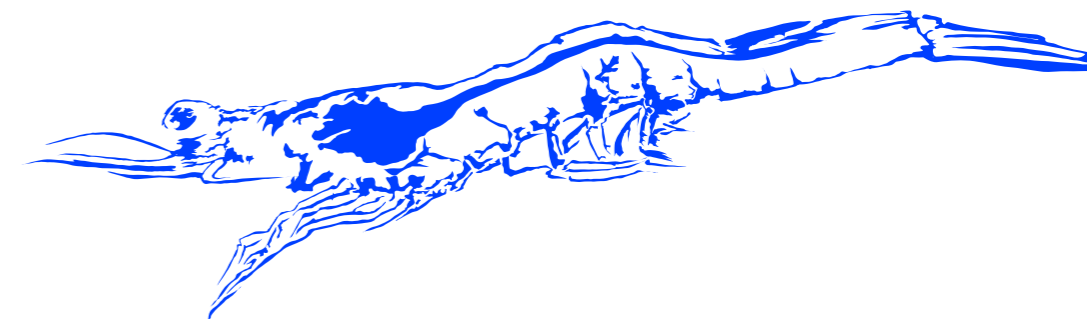


Tabla 23

Temas de producción actuales en el cultivo del langostino

Tema	Descripción	Factor
Domesticación y mejora genética	Lograr la domesticación de determinadas especies de langostino que incluye selección, mejora genética e incluso la hibridación y la ploidía deberían ser objetivos principales de I&D+i. Los esfuerzos para desarrollar e implementar sistemas de producción de langostinos de alta calidad son importantes y deben continuar. Debido a la importancia mundial que tiene el cultivo del langostino, no se puede depender solo de la naturaleza para suministrar su semilla de manera confiable.	Bioseguridad larvas
Requisitos nutricionales y alimentos formulados	<p>El desarrollo y uso de alimentos acuícolas compuestos ha sido un factor importante en el desarrollo de la industria y continuará ganando importancia. La reducción del costo de los alimentos es un aspecto fundamental para seguir expandiendo la industria y mejorar su competitividad en relación con otras fuentes de proteínas, como el pescado, la carne de res, el cerdo y las aves de corral, así como larvas de insectos y fuentes de proteínas microbianas.</p> <p>Las dietas podrían implicar métodos innovadores para la fabricación de ingredientes novedosos y sostenibles de bajo costo. Aditivos para la salud y promotores del crecimiento que mejoren la supervivencia, el rendimiento, la conversión y la resistencia a las enfermedades que, a su vez, reducen las preocupaciones ambientales.</p> <p>Los FCA mejoran constantemente y los expertos informan que los langostinos ya no requieren una dieta de pescado. No obstante, las tasas de crecimiento a menudo permanecen más altas cuando se incluye, al menos, harina de pescado. El procesamiento de subproductos de comida se está convirtiendo en un reemplazo común en la harina de pescado, particularmente en países con grandes industrias de procesamiento de productos del mar como Tailandia (CEA, 2018; <i>Shrimp Aquaculture Landscape</i>).</p>	Alimentación

Tema	Descripción	Factor
Prevención, diagnóstico y control de enfermedades	<p>La industria langostinera ha enfrentado colapsos espectaculares en varios países debido a diversas enfermedades, particularmente de origen viral (WSSV, YHV y TSV), bacteriana (AHPND) y microsporidianas (EHP), como se ha detectado recientemente.</p> <p>Existen pocas alternativas para tratar las infecciones virales. El mejor procedimiento para el manejo de la enfermedad es la exclusión a través de la bioseguridad. Del mismo modo, las herramientas para lidiar eficazmente con las enfermedades más recientes, como AHPND y EHP, también son limitadas.</p> <p>Por ello, mejorar la capacidad de diagnosticar con mayor precisión y prontitud a los agentes infecciosos debe ser una prioridad de investigación. La aplicación de métodos efectivos de detección de patógenos y de diagnóstico de enfermedades, particularmente aquellos basados en biología molecular y desarrollados recientemente por la industria (I&D+i), son esenciales para comprender mejor y prevenir las pérdidas por enfermedades.</p>	Bioseguridad
Las mejores prácticas de gestión y regulaciones ambientales	<p>La industria del cultivo del langostino mediante la preparación y adopción de Buenas Prácticas de Manufactura (BMP) de manera voluntaria, está demostrando responsabilidad ambiental para reducir la necesidad de futuras regulaciones y proporcionar una base para la elaboración de futuras regulaciones. El cultivo del langostino se lleva a cabo en una amplia gama de entornos costeros, con diferencias significativas en los patrones de recursos, las condiciones físicas, químicas y biológicas. Por lo tanto, un solo sistema de BMP para su uso en todas las situaciones puede no ser lo más práctico.</p> <p>Por otro lado, el desarrollo de la industria langostinera ha creado conflictos sobre el uso de recursos comunes, como la tierra y el agua costera, y otros como la harina de pescado y el aceite de pescado utilizados en los alimentos formulados.</p> <p>Con la necesidad de mejorar la rentabilidad, se han adaptado diversas tecnologías de los sectores industriales dedicados a la avicultura y al tratamiento de aguas residuales. Entre ellas destacan las siguientes: recirculación de agua, reducción o intercambio de agua cero, bioseguridad y un mayor uso de aireación mecánica.</p>	Suelo y agua



Tema	Descripción	Factor
Bioseguridad, viveros intensivos y constante amenaza de patógenos	<p>Muchos productores de langostino no prestan una atención adecuada a la bioseguridad de rutina en sus granjas debido a dos razones: consideran que no tiene el conocimiento necesario; y creen erróneamente que los costos potenciales de implementar medidas de bioseguridad superarán los beneficios. Para cambiar este escenario e implementar con efectividad los protocolos de bioseguridad, se requiere de conocimiento, disciplina y el compromiso de los propietarios y gerentes de las granjas.</p> <p>En líneas generales, una granja rentable y biosegura es aquella que implementa métodos robustos y decisivos para la exclusión de patógenos de sus sistemas de producción y una selección efectiva de semillas; una gestión ambiental adecuada; una gestión efectiva de la salud que integra la selección genética, poblaciones libres/resistentes a patógenos específicos, intercambio de agua limitada o ninguno, estrategias de siembra, administración de alimentos y uso de estimulantes inmunológicos para aumentar las defensas del huésped; y estrategias estrictas y proactivas de monitoreo de la salud y gestión de la granja.</p> <p>De hecho, en las últimas décadas varias granjas comerciales exitosas han desarrollado un intercambio de agua bajo o nulo, utilizando varios diseños y tecnologías de tratamiento que van desde cero intercambios, con sistemas de suspensión activados por microbios heterotróficos, hasta sistemas cerrados que intercambian agua recirculada a través de los estanques de producción.</p>	Bioseguridad
Gestión microbiana y de probióticos	<p>Los probióticos pueden actuar en los sistemas de producción de langostino mediante la exclusión competitiva de patógenos. Esto mejora la digestión a través del suministro de enzimas esenciales, moderando y promoviendo la absorción directa de materiales orgánicos disueltos con la producción activa de sustancias inhibitoras de patógenos y, posiblemente, a través de otros mecanismos. En ese contexto, la comunidad microbiana de precrias, tanques, <i>raceways</i> y estanques juegan un papel importante en la disponibilidad natural de alimentos, las tasas de reciclaje de minerales y la dinámica del oxígeno disuelto en los estanques de langostino. Un conjunto creciente de datos indica que el manejo de las comunidades microbianas para complementar los nutrientes limitantes, la expansión selectiva del hábitat y adiciones de cultivos de cepas pueden tener efectos beneficiosos.</p>	Alimentación

Tema	Descripción	Factor
Viveros, precrias y raceways intensivos	<p>Estos sistemas producen mayores tasas de supervivencia general por unidad de área de producción y también capital más eficiente que los sistemas de engorde de una fase o de siembra directa de poslarvas. También proporcionan una mejor gestión de las condiciones ambientales, la alimentación y la exclusión de patógenos, depredadores y competidores.</p> <p>La siembra de juveniles permite una estimación más precisa de la población inicial y la biomasa, y mejora las estimaciones de la tasa de alimentación, considerando que el alimento formulado llega a ser hasta el 60 % del costo de producción directo. Los sistemas de viveros intensivos bajo techo también pueden expandir las ventanas de siembra efectiva para los laboratorios de larvas que producen estacionalmente, lo que permite una mayor eficiencia para los laboratorios y las granjas.</p> <p>Las granjas de langostino en áreas con salinidades de agua más bajas pueden usar el vivero como un sistema de aclimatación. Y las estrategias intensivas de inicio anticipado pueden permitir que las granjas sin criaderos compren semilla antes de los períodos pico de demanda, posiblemente a un costo menor y con una certeza mejorada de la entrega de semillas. La gestión de sistemas de viveros intensivos y bioseguros en tanques y <i>raceways</i> es más difícil en comparación con los estanques de engorde estándar sembrados directamente. Los muchos beneficios derivados de una estrategia de crecimiento en dos fases, utilizando primero un sistema de vivero seguido de cultivo final a tamaño de mercado, puede mejorar significativamente la producción y la rentabilidad, así como el manejo de riesgos.</p>	Productividad
Producción tierra adentro	<p>Este enfoque es una oportunidad para expandir la industria en tierras marginales áridas o diversos sitios agrícolas, reduciendo la demanda de áreas de producción en áreas costeras limitadas, de alto costo y controvertidas. El uso limitado del agua de mar durante una fase de aclimatación relativamente corta y la reutilización completa del agua efluente para el riego de cultivos agrícolas puede proporcionar sistemas integrados amigables con el medio ambiente. El langostino se cultiva con éxito usando aguas de subsuelo de baja o casi ninguna salinidad, con una composición iónica y concentraciones de sal muy variables en diversas regiones del mundo.</p>	Suelo y agua



Tema	Descripción	Factor
Efluentes y uso reducido de agua	La industria del cultivo del langostino todavía puede reducir y mejorar significativamente el uso del agua, lo que ayudará a abordar los problemas planteados continuamente por aquellos que se oponen al cultivo del langostino y también a mejorar las prácticas de bioseguridad. Durante varios años, la aplicación a gran escala de tecnologías de intercambio y recirculación cero ha aumentado la confianza del productor para reducir o eliminar el intercambio de agua de rutina.	Suelo y agua
	Los efluentes ricos en nutrientes de los sistemas de producción intensiva de langostino pueden contribuir a la eutrofización de las aguas receptoras, lo que podría afectar tanto a la biota natural como a las operaciones de cultivo locales. El intercambio de agua puede reducirse o eliminarse, y la aireación suplementaria puede tener un papel clave en la operación exitosa de sistemas de producción semiintensivos e intensivos y cerrados.	
	Globalmente, la industria del langostino cultivado continuará enfrentando una presión creciente para convertir de manera más eficiente el nitrógeno en los alimentos del langostino a biomasa de langostino, y para minimizar o eliminar el residuo de nitrógeno residual antes de la descarga del efluente en las aguas receptoras. Lograr esto requerirá una comprensión cada vez mayor de las transformaciones del nitrógeno de la dieta en los sistemas de producción de langostinos y sus sistemas de tratamiento de efluentes. El objetivo es reducir el desperdicio de nitrógeno de los estanques de langostino a través de mejoras en las formulaciones de alimento y alimentación, selección genética para mejores índices de conversión alimenticia, mejor procesamiento en el estanque de nitrógeno y un mejor diseño y manejo de los sistemas de tratamiento de efluentes. Reducir significativamente el nitrógeno residual es un esfuerzo integrado y multidisciplinario que involucra a genetistas, nutricionistas, ecólogos, ingenieros, productores y otras partes interesadas.	

Nota: elaborado a partir de (Huerta & Jory, 2018a, 2018b).

5.3 Identificación de variables e indicadores

La identificación de las variables e indicadores se realizó en conjunto con los actores y se precisaron en el trabajo de gabinete del equipo técnico.

Tabla 24

Identificación de variables e indicadores por cada factor

Factor	Variable	Indicador
Disponibilidad y calidad del alimento	Disponibilidad de alimentos para la fase de engorde	Nivel de disponibilidad de alimentos
Disponibilidad y calidad de las larvas	Disponibilidad y calidad de larvas nacionales	Porcentaje de importación de larvas por mes
		Número de laboratorios de producción de larvas
Disponibilidad y calidad del agua	Calidad del agua	Grado de calidad del agua*
Bioseguridad	Pérdidas asociadas a enfermedades	Porcentaje promedio de pérdidas en una unidad productiva asociada a enfermedades
Aprovechamiento de residuos	Aprovechamiento de residuos	Nivel del valor agregado que se le da a los residuos*
Capacidad de las plantas de procesamiento	Demanda insatisfecha promedio de procesamiento de langostino por día	Número de toneladas sin procesar por día
Productividad	Productividad promedio anual	Número de toneladas por hectárea (t/ha/año)

Nota: elaboración propia. * Indicador cualitativo, escala de Likert de 5 puntos (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto).



Para fines del estudio, se presenta la definición de cada una de las variables elegidas. Estas fueron seleccionadas a partir de la interacción con los actores de la cadena, la revisión de la situación actual y potencial, y el grado de prioridad que representan los factores críticos identificados. Los indicadores elegidos para las variables son cuantitativos y/o cualitativos.

Disponibilidad de alimento para la fase de engorde

Se refiere a la existencia en cantidades suficientes de alimentos con la calidad y costo adecuados en el momento oportuno para los productores de langostino.

Calidad de agua

Mide la percepción que tienen los actores sobre la calidad del agua de entrada para el cultivo en comparación con los parámetros adecuados que requiere la actividad langostinera.

Pérdidas asociadas a enfermedades

Representa las estimaciones del porcentaje promedio de pérdidas en una unidad productiva asociadas a enfermedades.

Aprovechamiento de residuos

Mediante una escala de Likert se evalúa el nivel del valor agregado que los actores asociados a la cadena del langostino u otros agentes económicos les dan a los residuos.

Demanda insatisfecha de procesamiento de langostino promedio por día

Busca medir cuántas toneladas por día no pueden ser procesadas debido a que no se cuenta con capacidad de producción suficiente en las plantas de procesamiento o con personal capacitado para las operaciones.

Productividad promedio anual

Mide el nivel de producción promedio por hectárea a nivel nacional.

5.4 Diseño de escenarios de la cadena de valor

Para la construcción de futuros alternativos, se trabajó la herramienta participativa denominada "Tabla de Futuros", que permite la identificación de alternativas de futuro incluyendo el escenario actual, deseado, disruptivo y el de crisis.

La tabla de futuros es una forma útil de estructurar los futuros alternativos y los factores internos de una organización o un fenómeno específico. Si bien, la tabla puede parecer una herramienta simplificadora, su construcción requiere experiencia y conocimiento sobre el entorno actual, los factores internos y las circunstancias en las que se encuentra una organización o fenómeno.

La identificación del escenario actual y escenario deseado se realizó en un taller participativo con los actores de la cadena donde se pidió la descripción del estado actual y deseado para cada una de las variables indicadas. Por otro lado, los escenarios disruptivos y de crisis se plantean a partir de la revisión de literatura, la vigilancia tecnológica y las entrevistas realizadas a los actores.

5.4.1 ESCENARIOS GENERADOS EN EL ESTUDIO

Para la etapa de construcción de escenarios, se trabajaron 4 diferentes situaciones futuras:

Escenario actual

Describe la situación actual de la cadena de valor, considerando como base la última información disponible para cada variable. Este escenario se construyó a través de la consulta a los actores participantes y a la revisión de fuentes secundarias de información.

Escenario deseado

Describe el estado deseado para la cadena. Representa los anhelos o deseos de los actores para el futuro de la cadena. Este escenario se construyó a través de la consulta a los actores participantes tanto a través de los talleres participativos como de las entrevistas.

Escenario de crisis

Es un escenario alternativo. Describe la peor situación posible, asumiendo la ocurrencia de eventos que afectan la cadena del langostino. Este escenario se construyó tomando en consideración temores o problemas que comunicaron los actores, pero, además, identificando eventos que han afectado al sector en situaciones similares.

Escenario disruptivo

Describe una situación ideal que surge a partir del impacto de las tendencias y eventos inesperados que afectan positivamente al concurso.



A continuación, se presentan una tabla resumen de los escenarios:

Tabla 25

Resumen de escenarios para la cadena del langostino

Variables	Indicador	Escenario actual		Escenario deseado		Escenario disruptivo		Escenario de crisis	
		Valor (1-10)	Descripción	Valor (1-10)	Descripción	Valor (1-10)	Descripción	Valor (1-10)	Descripción
Disponibilidad de alimentos para la fase de engorde	Nivel de disponibilidad del alimento	5	La disponibilidad de alimentos es variable y afecta principalmente a las empresas de cultivo intensivo	7	Abastecimiento propio	9	Abastecimiento propio y alternativo	3	100 % dependencia de la importación
Disponibilidad de larvas nacionales	Porcentaje de importación de larvas	5	65 %	8	20 %	10	0%	1	33 %
Calidad de larvas	Número de laboratorios de producción de larvas	2	2 laboratorios	5	6 laboratorios	7	10 laboratorios	2	4 laboratorios
Calidad del agua	Disponibilidad del agua	3	Baja	5	Alta	8	Muy alta	1	Muy baja

Variables	Indicador	Escenario actual		Escenario deseado		Escenario disruptivo		Escenario de crisis	
		Valor (1-10)	Descripción	Valor (1-10)	Descripción	Valor (1-10)	Descripción	Valor (1-10)	Descripción
Prevención y control de enfermedades	Porcentaje promedio de pérdidas en una unidad productiva por enfermedades (rango)	3	50-100 % de pérdidas	5	30-40 % de pérdidas	8	Menor a 20% de pérdidas	1	100% de pérdidas
Aprovechamiento de residuos	Nivel del valor agregado que se le da a los residuos	4	Medio (harina residual)	6	Alto (obtención de quitina)	8	Muy alto (producción bioplásticos)	1	Muy bajo (No se aprovechan los residuos)
Demanda insatisfecha promedio de procesamiento de langostino por día	Número de toneladas sin procesar por día	3	40 t/día	0	0 t/día	8	0 t/día	1	40 t/día
Productividad promedio anual	Número de toneladas por hectárea (t/ha/año)	2	4,6 t/ha/año*	3	6,78 t/ha/año	10	18,2 t/ha/año	1	2,2 t/ha/año

Nota: elaboración propia. *El valor ha sido estimado entre la producción anual del 2018 y el área total registrada en el catastro acuícola.



5.4.2 NARRATIVA DE LOS ESCENARIOS

Escenario actual

Hoy la producción de langostinos es una actividad importante en el país y sus principales compradores internacionales son Estados Unidos, China, España, Vietnam y Corea del Sur, llegando en 2019 a exportarse 228.6 millones de US\$ en valor FOB. Los productos que exportan son, principalmente, langostino entero, cola de langostino sin caparazón y colas de langostino con caparazón sin cocer en agua o vapor. La producción del langostino proviene principalmente de los departamentos de Tumbes y Piura. En el año 2018, la producción de langostino en el departamento de Tumbes fue de 28 717.18 t; mientras que, para el mismo periodo, el departamento de Piura tuvo producción anual de 3 574.7 t.

La cadena tiene una importante posibilidad de posicionarse en el mundo por una serie de características como la calidad de producción y del producto final, sin embargo, aún debe superar algunos aspectos relacionados a la disponibilidad de alimentos, larvas, capacidad de producción, entre otros.

La disponibilidad de alimentos es variable y afecta principalmente a las empresas de cultivo intensivo, que pueden requerir al año de 30,000 a 32,000 t en promedio. La mayoría de los proveedores nacionales de alimento tiene buenas opciones para el cultivo extensivo, pero muy pocas para el intensivo. En el caso de este último, la preferencia es por alimentos de compañías transnacionales grandes con sede en Ecuador. Por lo cual, se generan momentos de escasez o incumplimientos en la entrega de alimentos, obligando a los productores a tener varios proveedores para cumplir con sus necesidades. Debido al bajo volumen de producción de Perú en comparación con Ecuador, las

.....
La cadena tiene una importante posibilidad de posicionarse en el mundo por una serie de características, como la calidad de producción y del producto final. Sin embargo, debe superar aspectos relacionados a la disponibilidad de alimentos, larvas, entre otros.

empresas de alimentos no ven a Perú como su mercado principal, pudiendo representar solo el 5% de su demanda.

En el Perú se requiere entre 460 y 760 millones de larvas al mes, pero la disponibilidad de larvas nacionales es actualmente de entre 200 y 300 millones al mes. Marinasol actualmente solo cubre el 60% de su demanda con producción propia y apuesta por alcanzar el 100% de cobertura al 2019. Actualmente, Perú depende de Ecuador, ya que cuenta con una producción de hasta 410 millones de larvas/día, con más de 350 laboratorios de larvas, mientras que en Perú se cuenta con dos de ellos que pertenecen a la empresa Marinasol.

Los esteros son afectados por los efectos climáticos (por ejemplo: El niño) que generan cambios en el nivel de mar, transporte de sedimentos (colmatación) y biogeoquímica del agua. Por lo que se requiere, una gestión ambiental más proactiva de parte del gobierno con los agentes económicos del territorio, sin em-



bargo; las acciones para prevenir esta situación son limitadas.

Las condiciones señaladas tienen implicancias en la calidad y disponibilidad del agua, con implicancias en los costos de las empresas langostineras que deben realizar mayores inversiones para la obtención y tratamiento del agua, incrementando las horas de bombeo y los requerimientos de tecnologías o equipamiento. Por lo tanto, los costos para asegurar el abastecimiento de agua de calidad son cada vez más altos.

Un tema importante para las empresas es la bioseguridad, relacionada principalmente con la prevención y el control de enfermedades del langostino. El Perú a través de SANIPES viene implementando diversas medidas de bioseguridad que podría complementarse con un programa nacional de bioseguridad para el langostino que involucre a la academia, el gobierno y el sector privado que articule los esfuerzos en diversos niveles.

Sin embargo, es importante tener en cuenta el impacto de las pérdidas por enfermedades podría ser alto dependiendo del tipo de cultivo. En general, podría perderse entre el 50% y el 100% de la producción debido a la mortalidad. Si hoy se lograra reducir a menos del 20% de la mortalidad, se recuperarían aproximadamente 50 millones de dólares anuales adicionales de ventas.

Con respecto al aprovechamiento de residuos, algunas empresas venden las cabezas para hacer harina residual a una planta en Piura o proveen los residuos para el desarrollo de fertilizantes agrícolas. Así mismo, se vienen desarrollando proyectos orientados a la obtención y aprovechamiento de la quitina.

En cuanto al eslabón de procesamiento, si bien existen plantas en Tumbes, en algunos momentos las plantas no tienen capacidad para atender a todas las empresas. Esto eleva los costos de mantenimiento y almacenamiento, deteriora la calidad del producto o, en el peor de los casos, causa costos de pérdida de la producción. Como alternativa, se puede procesar en Piura. Sin embargo, para el procesamiento del langostino se requiere una mano de obra especializada, por lo cual, no es posible trabajar todas las presentaciones finales en plantas de transformación no especializadas.

Escenario deseado

Para el 2030, la cadena del langostino se ha potenciado y ha logrado resolver el problema de disponibilidad de alimentos, ya que se cuenta con dos plantas de producción de alimentos

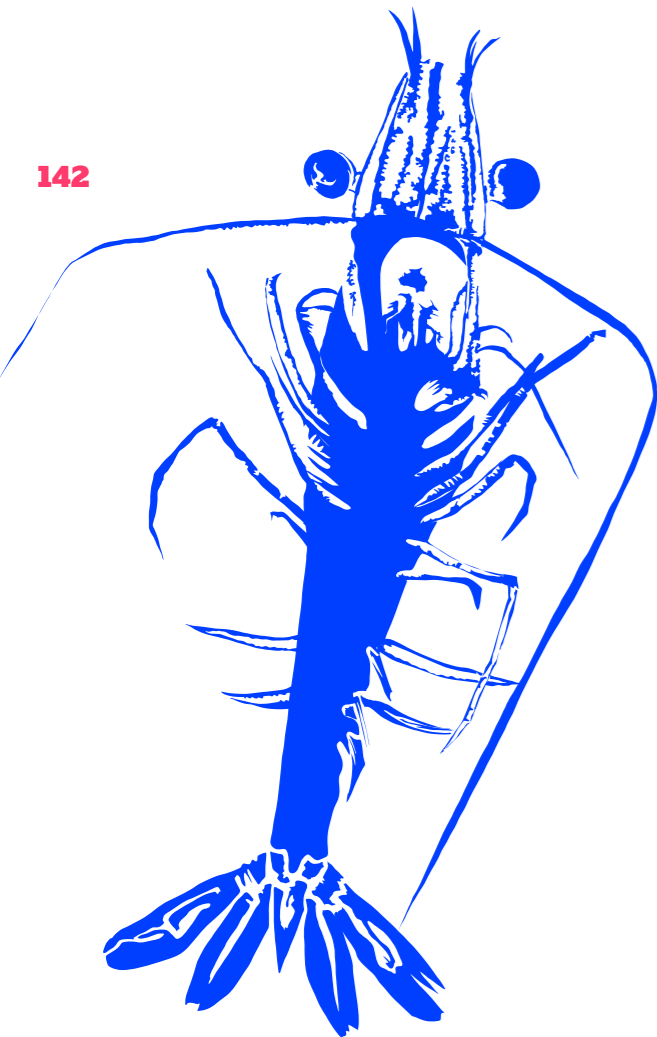


balanceados instaladas en la zona, así como un stock de profesionales especializados en la nutrición del langostino. Existe una evolución significativa de las empresas nacionales en la producción de alimentos para la producción intensiva de langostino. Asimismo, mejoran las relaciones entre las empresas productoras de alimentos ubicadas en Perú y Ecuador, reduciendo de forma significativa los periodos de escasez o retrasos en entregas de pedidos.

Dado el crecimiento de la producción del langostino, la demanda de larvas aumenta de forma considerable. Solamente en el 2021 la demanda aproximada de larvas es de 900 millones al mes. Para responder a este crecimiento empresas como Marinasol han apostado por autoabastecerse completamente, y existe al menos una empresa en

Perú especializada en la producción de larvas que atienden la demanda nacional, reduciendo a solo un 20% las importaciones de larvas desde Ecuador. Además, en Perú se cuenta con larvas libres de patógenos y resistentes a patógenos específicos para favorecer el desarrollo de diversos sistemas de producción de langostino.

Por otro lado, dado las políticas ambientales del gobierno para la gestión y conservación de ecosistemas se están implementando planes, mejorando las medidas regulatorias a todas las actividades económicas y sociales e incrementando las medidas de control de forma articulada. De esta manera, se asegura una mayor cantidad y calidad de agua para la acuicultura del langostino. Se han desarrollado, adaptado o adquirido sistemas de tratamiento de agua apropiados para diferentes





tipos de cultivo; y mayor cantidad de empresas trabajan con sistemas de recirculación orientado a la intensificación del cultivo.

Los esfuerzos sostenidos de SANIPES en la implementación de medidas de bioseguridad para la cadena del langostino han logrado reducir muchos riesgos. Ahora se cuenta con protocolos que han ayudado a conocer todos los riesgos que pueden existir para la actividad del langostino a nivel nacional y se dispone de un sistema de control y prevención con la participación de la academia, sector público y privado.

Las actividades de I&D+i orientadas a la prevención de enfermedades y medidas de control en el cultivo ha reducido el rango de pérdidas potenciales debido a enfermedades entre el 30% y el 70%. Estos cambios se vienen dando gracias al cambio de enfoque en los tratamientos, pasando de tratamientos post enfermedad a uno preventivo, gracias al aporte de los científicos que realizan investigación en biotecnología molecular aplicada en las zonas de producción.

Se han desarrollado varios proyectos I&D+i con el financiamiento del PNIPA orientado hacia estrategias de economía circular que han generado alternativas tecnológicas para un aprovechamiento de mayor valor agregado a partir de los residuos del langostino. Entre las iniciativas se encuentran emprendimientos para la obtención y aprovechamiento de la quitina. Además, se ha implementado una nueva planta de producción que atiende los requerimientos de procesamiento de las empresas medianas en la región.

Finalmente, las mejoras realizadas en los últimos 10 años y procesos de intensificación de la producción han permitido alcanzar una productividad promedio de 6.8 t/ha/año.



En un escenario deseado, la bioseguridad cobró mayor importancia entre las empresas grandes, medianas y pequeñas. Ahora existen protocolos que han ayudado a conocer todos los riesgos que asociados a la actividad.

Escenario de crisis

En 2030, la producción de langostino ha decrecido de una manera abismal. Aparecieron nuevas enfermedades y que detuvieron la actividad debido a que no se atendieron a tiempo, generando el cierre de pequeñas y medianas plantas que no resistieron el nivel de pérdidas ni contaban con la inversión requerida para recuperarse.

Esta crisis generó un alto nivel de desempleo en toda la región productora. Solo las empresas grandes han sido capaces de superar la problemática.

Un vector importante de enfermedades ha sido la importación de larvas, por lo que se han generado bloqueos del ingreso de larvas al Perú y controles más exigentes para garantizar la bioseguridad a nivel nacional. Solo las empresas que cuentan con un abastecimiento propio de larvas y estrictos sistemas de bioseguridad han logrado reducir o controlar los

impactos. Estas pocas empresas cuentan con laboratorios propios enfocados principalmente en asegurar su propio abastecimiento.

La disponibilidad de alimento representa otro desafío generando un periodo largo de escasez y la dependencia de Ecuador como único proveedor de alimentos. Además, su demanda ha disminuido debido a las estrategias de integración vertical de las empresas grandes o por la reducción de la producción.

Dado que el mercado internacional es cada vez más exigente en sus demandas por certificaciones de calidad, inocuidad y sostenibilidad; solo las empresas que cuentan con sistemas de gestión apropiados para asegurar el cumplimiento de los requisitos se mantienen vigentes, lo conlleva a una concentración del área de producción en un menor número de empresas.

En cuanto al eslabón transformación no ha habido mayor cambio y se mantiene la misma

cantidad de plantas de procesamiento. Los residuos del proceso siguen representado un costo para la industria debido a los cambios y nuevas regulaciones ambientales. Solo las principales empresas langostineras participan o gestionan en modelos de economía circular.

Como consecuencia de todos estos aspectos, se ha reducido la productividad a 2.2 t/ha/año en promedio.

Escenario disruptivo

En 2028, la actividad económica del langostino se considera prioritaria y de alto impacto económico y social para el país. Los actores de la cadena con el apoyo articulado del sector público y la academia están desarrollando diversas iniciativas para atender los desafíos asociados la producción de alimentos balanceados, larvas y sistemas eficientes en el uso de agua y energía.





Las instituciones públicas del sector producción han articulado una cartera de servicios y políticas que favorezcan el desarrollo de alimentos balanceados para la acuicultura. Entre los insumos alternativos se han utilizado se encuentran los residuos de la industria pesquera y alimentaria, algas, granos e insectos. Además, se ha impulsado el desarrollo de emprendimientos para la producción de alimentos balanceados a través de concursos y procesos de innovación abierta; lo que ha ayudado a mejorar la disponibilidad del alimento de calidad y a costo razonable.

Adicionalmente, se han desarrollado emprendimientos tecnológicos con el apoyo de financiamiento público y privado en producción de larvas de langostino y servicios biotecnológicos especializados que han permitido tener una disponibilidad estable de más de 500 millones de larvas al mes. Hoy se cuenta con empresas privadas dedicadas a la producción de larvas libre de patógenos y larvas resistentes a enfermedades que abastecen a las empresas productoras de langostino que no cuentan con plantas propias de producción de larvas. Además, existen encadenamientos importantes entre las grandes empresas exportadoras y medianos y pequeños productores para asegurar la disponibilidad de larvas de alta calidad.

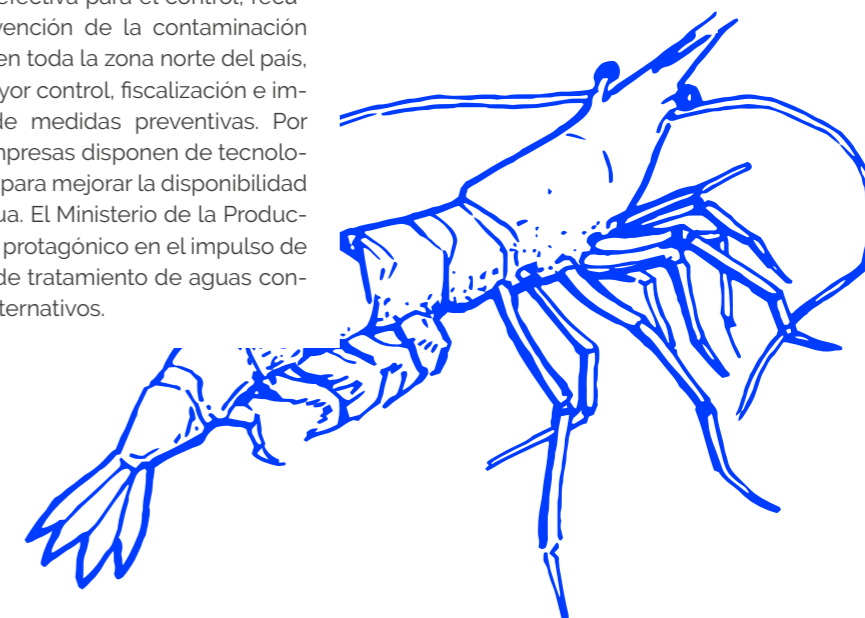
La calidad del suelo y del agua ha mejorado en gran medida a la implementación en 2020 de una política efectiva para el control, recuperación y prevención de la contaminación de las cuencas en toda la zona norte del país, logrando un mayor control, fiscalización e implementación de medidas preventivas. Por otro lado, las empresas disponen de tecnologías apropiadas para mejorar la disponibilidad y calidad de agua. El Ministerio de la Producción tiene un rol protagónico en el impulso de estos sistemas de tratamiento de aguas convencionales y alternativos.

La bioseguridad es una prioridad, por eso, se dispone de laboratorios de investigación en enfermedades emergentes para la anticipación y propuesta de soluciones tempranas. Gracias a ello, el porcentaje de pérdidas se ha reducido notablemente y se han consolidado laboratorios de I&D+i que lideran las tendencias internacionales y apuestan por soluciones preventivas y probióticas.

El aprovechamiento de residuos a partir de la quitina proveniente de las cabezas del langostino se ha convertido en una nueva fuente importante de ingresos, que atiende la demanda de bioempaques y bioinsumos. Al 2030 incursiona en subproductos de mayor valor agregado para la producción de bioplásticos, biomateriales o compuestos bioactivos.

Debido al crecimiento de la cadena en los últimos años, capitales nacionales e internacionales están invirtieron en una nueva planta automatizada 4.0 para el procesamiento del langostino, la que además realiza el procesamiento de los subproductos.

Gracias a las mejoras en el sistema productivo y reducción de riesgos de todo tipo, la productividad es muy alta, alcanzando en algunos sistemas de producción super-intensivo valores promedio de 18.2 t/ha/año.





5.4.3 COMPARACIÓN DE ESCENARIOS

Podemos observar los indicadores que presentan una mayor brecha entre los escenarios actual y deseado.

- Porcentaje de pérdidas por enfermedades
- Disponibilidad de agua
- Número de toneladas sin procesar por día
- Nivel de disponibilidad de alimento

• La producción de larvas nacionales

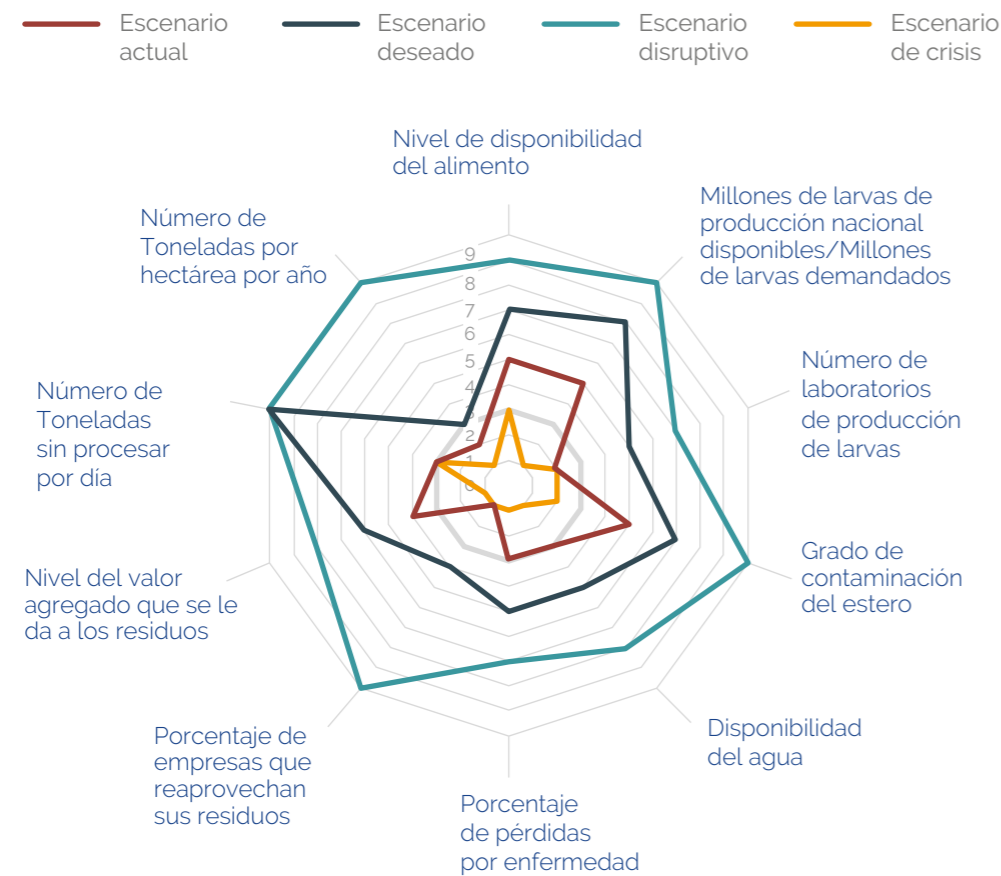
• Número de toneladas sin procesar por día

• Número de laboratorios de producción de larvas

• Nivel de disponibilidad de alimento

Figura 29

Comparación de escenarios para la cadena de langostino



Nota: elaboración propia.

6 Agenda I&D+i

Las agendas I&D+i surgieron como un mecanismo para definir requerimientos de inversión, desarrollo de tecnologías y diseño de estrategias, con el objetivo de mejorar la competitividad de las empresas, sectores, cadenas productivas agroindustriales, entre otros. Hoy en día también son aplicables a cadenas del conocimiento. Organizaciones tanto públicas como privadas vienen desarrollándolas, permitiendo canalizar recursos de manera estratégica. A nivel de Latinoamérica, por ejemplo, Colombia, Brasil y Argentina son referentes en cuanto a estudios de agendas I&D+i para diversos sectores y cadenas de valor.

Como menciona Castellanos et al (2009): "El enfoque de una agenda de I&D+i se define por la forma en que se abordan las diferentes problemáticas de los sectores y también, según los requerimientos de distribución de los recursos para las investigaciones de carácter científico y tecnológico".

Para la cadena del langostino se ha identificado una agenda que incluye las líneas de I&D+i que deberán desarrollarse a fin de lograr la visión propuesta a partir de los escenarios trabajados.





6.1 Líneas de I&D+i

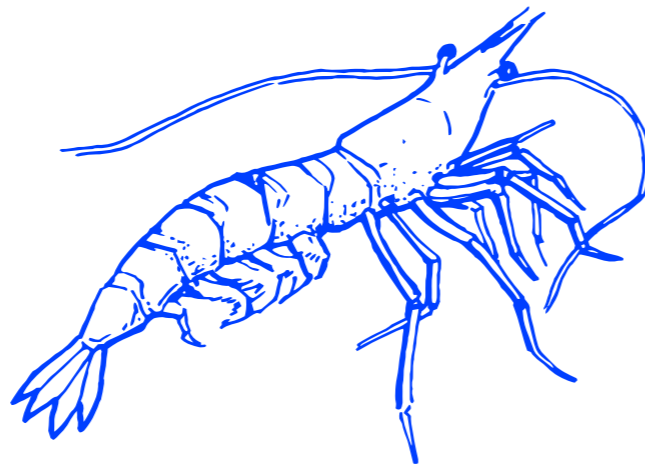
EJE 1: ALIMENTACIÓN DEL LANGOSTINO

La comisión de pesca Asia-Pacífico de la FAO recientemente ha publicado los resultados de una consulta sobre la promoción y uso responsable de ingredientes en alimentación para el crecimiento de la acuicultura en la región.

La consulta tuvo como objetivo identificar los principales problemas y limitaciones relacionados con la producción y el uso de los piensos y los ingredientes de los piensos para la acuicultura. Los problemas y deficiencias identificadas se agruparon en siete áreas relacionadas con la producción y el uso de piensos para acuicultura:

- Ingredientes y suministro de piensos.
- Calidad de piensos.
- Costo y efectividad de los costos de alimentación.
- Disponibilidad de piensos y accesibilidad.
- Prácticas de alimentación a nivel de granja.
- Apoyo a las políticas y gobernabilidad.
- Investigación, desarrollo tecnológico y desarrollo de capacidades.

Dados los resultados de la consulta realizada a los actores de la cadena de valor, se han priorizado dos líneas de investigación: (1) fuentes alternativas para la alimentación del langostino y (2) desarrollo de nuevos alimentos balanceados. Es importante resaltar que estas líneas deben tener en cuenta los atributos de calidad, costo, efectividad en la alimentación y disponibilidad.



EJE 2: PRODUCCIÓN DE LARVAS

Actualmente, el uso de reproductores en cautividad y programas de mejoramiento genético han ganado importancia. Esto se debe principalmente a la vulnerabilidad del langostino a diferentes patógenos y enfermedades emergentes, lo cual determina en buena parte la calidad de la larva.

El término "calidad larvaria" generalmente se refiere al estado fisiológico de las larvas y se relaciona con la supervivencia y las tasas de crecimiento durante varias etapas de desarrollo larvario. Los criterios se ajustan a cinco categorías generales, según el enfoque utilizado: bioquímicos, morfológicos, de comportamiento, de producción y de supervivencia para las pruebas de estrés. Se sabe o se sospecha de muchas variables en el nivel de manejo de reproductores que

afectan la calidad de las larvas. La nutrición de los reproductores es probablemente el aspecto mejor revisado y está respaldada por muchos documentos sobre el metabolismo de varios componentes durante la maduración, el uso de alimentos frescos frente a los artificiales y los requisitos específicos de componentes particulares, como los lípidos y las vitaminas.

Los reproductores *Specific Pathogen Free* (SPF) tienen un estado de salud conocido y están certificados como libres de ciertos patógenos conocidos. El objetivo de la producción de reproductores criados selectivamente es que estos muestran un buen rendimiento en *hatchery* (ecloserie/criadero) para la producción de semillas de langostino de alta calidad, de alto crecimiento y una gran supervivencia en granja.

Con el desarrollo de un programa de mejoramiento genético, ya sea basado en la selección de animales resistentes a infecciones naturales/experimentales y/o en la selección asistida por marcadores genéticos (genes de resistencia, crecimiento, etc), será posible disponer de líneas altamente mejoradas.

La disponibilidad de consorcios de cepas microbianas probióticas permite colonizar precozmente el tracto digestivo de las larvas recientemente eclosionadas. Asimismo, tiene el potencial de crecer bajo condiciones de cultivo intensivo, tolera un amplio rango de salinidades y temperaturas y solo requiere una baja dieta proteica.

Se propone este eje dado que actualmente existe una dependencia del mercado a la importación con riesgos para la bioseguridad que hace necesario tener una fuente local de langostinos SPF certificados que pueda satisfacer la demanda actual y facilitar los controles correspondientes.

EJE 3: BIOSEGURIDAD

Es un enfoque estratégico e integrado que abarca los marcos de políticas y regulatorios (incluidos los instrumentos y las actividades) que analizan y gestionan los riesgos en los sectores de la inocuidad de los alimentos, la vida y la salud de los animales y la vida y la salud de las plantas, incluidos los riesgos ambientales asociados (Elhassan, 2017)

Es el conjunto de prácticas que reducirán la probabilidad de introducción de patógenos y su posterior propagación de un lugar a otro. Los protocolos de bioseguridad están destinados a mantener la "seguridad" de una instalación con respecto a ciertos organismos causantes de enfermedades que pueden no estar ya presentes en un sistema en particular (Lavilla-pitogo, 2017).

El enfoque está en prevenir la entrada o reducir el número total de organismos causantes de enfermedades a través de:

- Identificación y gestión de riesgos.
- Prevención de enfermedades.
- Control de la transmisión.
- Reducción de costos y pérdidas para los productores.
- Producción de productos de alta calidad.

Se propuso este eje dado que las empresas y centros de investigación en Tumbes plantearon que debería trabajarse desde ese enfoque en el cultivo de langostino.

Figura 30
Bioseguridad en acuicultura



Nota: Tomado de (Elhassan, 2017)

EJE 4: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLES

Con el fin de proporcionar una guía técnica, práctica y efectiva para el manejo de criaderos de langostino, primero es necesario revisar los requisitos básicos para un sistema de producción de criadero efectivo. Estos incluyen la presencia de infraestructura esencial, el desarrollo de procedimientos operativos estándar (SOP, por sus siglas en inglés) incluido el análisis de riesgo y puntos críticos de control (HACCP), el mantenimiento de la bioseguridad, el suministro de cantidades adecuadas de agua limpia, el uso responsable de productos químicos y la garantía del estado de salud de las poblaciones a través de pruebas de laboratorio (FAO, 2004).

La realidad de la producción de langostino en el Perú es mixta. Se tienen sistemas semiintensivos e intensivos, acuicultura de agua salada y

acuicultura de agua dulce. La pesca de langostino es restringida por los riesgos que implica.

La calidad del agua juega un papel importante en el aumento de la productividad del estanque y sobre su producción total, proporciona un entorno nutricionalmente equilibrado y saludable para las especies cultivadas, siendo así su gestión uno de los principales factores para el éxito de la acuicultura del langostino. Entre los factores que influyen en la calidad del agua, directa o indirectamente, se encuentran: la temperatura, la salinidad, los sólidos suspendidos totales, los gases disueltos y los nutrientes (Venkateswarlu et al., 2019).

A continuación, se presenta los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo del langostino:

Tabla 26

Parámetros óptimos de calidad del agua para el cultivo semi-intensivo del langostino

Parámetro	Rango óptimo	Unidad de medida
Salinidad	12-25	Ppt
pH	7.5-8.5	0-14
Alcalinidad	>120	PPm
Total de dureza	>1000	PPm
Dureza de calcio	>150	PPm
Dureza de magnesio	>450	PPm
Nitrógeno amoniacal total	<1.0	PPm
Nitritos	<0.5	PPm
Sulfuro de hidrógeno	<0.01	PPm
Oxígeno disuelto	>4	PPm

Nota: adaptado de Venkateswarlu et. al., 2019.

Asimismo, existen procedimientos de tratamiento de agua más específicos para cada fase de maduración y cría de larvas que deben tenerse en cuenta. Las empresas dedicadas al cultivo de langostino ubicadas en las zonas del estero hablan de contaminación cruzada, no solamente entre las zonas de producción de langostino, sino con actividades domésticas, industriales y agrícolas, por lo que incluso se debería pensar en análisis de la calidad del agua al ingreso de las zonas de producción de langostino para que las entidades públicas responsables del control puedan tomar medidas basadas en evidencia científica.

EJE 5: PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS CON VALOR AGREGADO

Este eje se centra en la exploración de nuevas oportunidades comerciales a partir de productos y subproductos asociados al langostino con mayor valor agregado. Los actores de la cadena pusieron su énfasis en aprovechamiento de residuos del langostino por representar actualmente un costo en su disposición y simultáneamente una oportunidad de generación de ingresos para la actividad.



6.2 Objetivos estratégicos

Una línea de investigación es un eje temático lo suficientemente amplio y con orientación disciplinaria y conceptual que se utiliza para organizar, planificar y construir en forma perspectiva o prospectiva el conocimiento científico en un campo específico de la ciencia y la tecnología. Esta se origina debido al interés de un grupo en desarrollar un área temática.

A nivel nacional no se han realizado muchos ejercicios para identificar líneas prioritarias de investigación, desarrollo e innovación en el sector pesca y acuicultura, por lo cual se revisaron agendas relacionadas al sector y la información recabada en las entrevistas, talleres y literatura. Asimismo, las tendencias y los resultados del proceso de vigilancia tecnológica son insumos importantes para el logro de una lista de líneas prioritarias de I&D+i.



Tabla 27

Agenda de innovación para el langostino

AGENDA DE INNOVACIÓN

Eslabón de la cadena	Factor crítico variable	Objetivo estratégico	Línea de sub-proyecto / secciones	Prioridad	Tiempo
Insumos	Disponibilidad y calidad del alimento	Asegurar la disponibilidad local de alimentos para la fase de engorde a un costo adecuado	Fuentes alternativas para la alimentación del langostino	Alta	2 años
			Desarrollo de nuevos alimentos balanceados	Alta	2 años
	Disponibilidad, calidad y contaminación de las larvas	Incrementar la producción de larvas en las principales zonas de cultivo del langostino	Sistemas de producción de larvas del langostino	Muy alta	Inmediata
			Implementación de nuevos laboratorios para producción de larvas de langostino	Muy alta	Inmediata
Cultivo	Bioseguridad	Asegurar la bioseguridad a lo largo de la cadena de valor	Prevención y control de enfermedades del langostino	Muy alta	Inmediata
	Calidad del agua y suelo del estero		Sistemas de manejo y optimización de la calidad de agua en el proceso productivo	Muy alta	Inmediata

AGENDA DE INNOVACIÓN

Eslabón de la cadena	Factor crítico variable	Objetivo estratégico	Línea de sub-proyecto / secciones	Prioridad	Tiempo
	Productividad	Incrementar la sostenibilidad del cultivo de langostino en el Perú	Desarrollo de sistemas alternativos de cultivo de langostino	Muy alta	Inmediata
			Uso de fuentes alternativas de energía para los sistemas de cultivo del langostino	Media	4 años
Transformación	Aprovechamiento de residuos	Transformar integral y eficiente los productos y subproductos del langostino	Valorización y aprovechamiento de subproductos	Alta	2 años
	Capacidad de las plantas de procesamiento		Desarrollo de nuevos productos terminados	Alta	2 años
			Implementación de nuevas plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos con servicios especializados para la cadena del langostino	Muy alta	Inmediata

Nota: elaboración propia.



.....

La principal especie de langostino cultivada en el Perú es *Litopenaeus vannamei*, con una gran importancia comercial para el país, llegando en 2018 a exportar más de 221 millones de dólares en valor FOB. Los principales compradores internacionales fueron Estados Unidos, España, Vietnam, Canadá y Francia.

6.3 Proyectos de I&D+i

A continuación, se presenta una lista de proyectos identificados a partir del trabajo en talleres y entrevistas realizadas a los actores, así como en las oportunidades tecnológicas del estudio de vigilancia tecnológica.

Tabla 28

Líneas de investigación y proyectos potenciales

Línea de investigación	Proyectos potenciales
Fuentes alternativas para la alimentación del langostino	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación del efecto de alimento vivo (<i>tenebrio molitor</i>) sobre el crecimiento y mortalidad del langostino. Producción de larvas de insectos como insumo proteico y de ácidos grasos para la alimentación de langostinos. Por ejemplo: mosca soldado-negra o especies nativas. Incorporación de hidrolizado de las tripas, desechos en los puertos y pescados desechados en las dietas de los langostinos. Evaluación e introducción de nuevas fuentes de proteína viables, principalmente de fuentes locales para el reemplazo de la harina de pescado, como la harina de soya, levadura, biomasa bacteriana, harina de algas, entre otras, que promuevan una acuicultura sostenible. Uso de las macroalgas como alimento para langostino y agente para la biorremediación del agua para la expansión sostenible de la acuicultura.
Desarrollo de nuevos alimentos balanceados	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de nuevos alimentos balanceados a partir de algas y microalgas. Optimización de dietas a base vegetal para el cultivo del langostino blanco. Diseño de alimentos nuevos balanceados para langostinos blancos basados en la caracterización microbiana intestinal de <i>Litopenaeus vannamei</i>. Introducción de aditivos naturales con capacidad bactericida y probióticos a la formulación de nuevas dietas balanceadas para el cultivo de langostino blanco local.
Sistemas de producción de larvas del langostino	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de nuevos laboratorios para la producción de reproductores y de larvas de langostino. Desarrollo y multiplicación de líneas de alta tasa de crecimiento y con índice elevado de sobrevivencia de poslarvas. Buenas prácticas de manejo y bioseguridad para la implementación de laboratorios de reproducción, maduración y larvicultura del langostino. Programa de mejoramiento genético para la selección de rasgos genéticos que permitan un excelente crecimiento, resistencia a enfermedades y satisfagan la demanda de la industria. Establecimiento de un programa de estudio y prevención del impacto del flujo potencial de genes sobre las poblaciones naturales de langostino blanco. Desarrollo de un modelo de producción de larvas de calidad sostenible que responda a las necesidades de las zonas de producción.

Línea de investigación	Proyectos potenciales
Prevención y control de enfermedades del langostino	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de tecnologías y metodologías metabólicas para la caracterización y valorización de metabolitos de macroalgas y sus microorganismos endófitos con potencial antibacteriano y antiviral de uso en acuicultura y veterinaria. Fortalecimiento de capacidades en manejo de suelos para el cultivo de langostino. Mejoramiento genético a través de mutaciones dirigidas para hacer reproductores resistentes a enfermedades. Identificación, validación y transferencia de tecnologías para la detección de enfermedades emergentes. Desarrollo de líneas resistentes a enfermedades, patógenos virales u organismos de alta salud (<i>High Health</i>). Desarrollo de manuales y protocolos de bioseguridad para empresas productoras de langostino. Desarrollo de planes y programas para control de propagación de enfermedades. Sistemas de monitoreo para rastrear el desarrollo y la propagación de enfermedades. Identificación de medidas nacionales de bioseguridad requeridas para prevenir la introducción de enfermedades. Programas de prevención de enfermedades locales basados en herramientas moleculares para eliminar la transmisión vertical de patógenos. Evaluación de efectos inmuno-estimulantes de la aplicación de insumos locales no químicos para el cultivo del langostino. Evaluación e introducción de preservantes naturales como el cinamaldehído para el incremento del tiempo de vida en anaquel del langostino procesado.
Sistemas de manejo y optimización de la calidad de agua en el proceso productivo	<ul style="list-style-type: none"> Biorremediación y valorización de las aguas residuales del cultivo de langostino en base a producción de cianobacterias sintetizadoras de precursores de bioplásticos. Implementación de un sistema de cultivo mixto langostino-moluscos para la optimización de la calidad de agua en sistemas de cultivo intensivo. Implementación de métodos de biorremediación de los efluentes de acuicultura mediante la utilización de desechos agroindustriales (AIW). Implementación de técnicas de fitorremediación para el tratamiento de efluentes acuícolas de agua dulce mediante la utilización de <i>Eichhornia crassipes</i> (jacinto de agua) y <i>Lepidium sativum</i> (berro de agua) y valorización de la biomasa vegetal como componente para la alimentación animal. Implementación de tecnología de metagenómica para el análisis y monitoreo de comunidades microbianas relacionadas al cultivo de langostino y a los ambientes acuáticos potencialmente afectados por los efluentes. Implementación de biotecnologías con microalgas y su microbiota para la biorremediación del fósforo en aguas de piscinas y efluentes langostineros. Evaluación de la capacidad de carga de los ecosistemas. Desarrollo de esquemas de recirculación para los sistemas de producción. Introducción de tecnologías y sistemas de tratamiento de agua y monitoreo de última generación. Implementación de sistemas cerrados de acuicultura, de alta tecnología de control y tratamiento.



Línea de investigación	Proyectos potenciales
<p>Desarrollo de sistemas alternativos de cultivo de langostino</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de trazabilidad del cultivo del langostino. • Desarrollo de cultivo hiperintensivo y altamente tecnificado del langostino. • Implementación de tecnología de biofloc para el cultivo de langostino. • Desarrollo de un <i>software</i> para el control de parámetros en el proceso de producción. • Uso de sensores en el cultivo intensivo para el control de oxígeno. • Automatización del proceso de producción del langostino. • Planes de manejo para pequeñas unidades de producción acuícola que garanticen productividad, sanidad y competitividad de la actividad (acuicultura social del langostino). • Nuevas técnicas sustentables para el engorde del langostino. • Desarrollo de sistemas de cultivo intensivo de langostino a bajas densidades de repoblación para la producción de langostino orgánico de alta calidad. • Cultivo de langostino blanco con cero intercambios de agua y sin adición de alimentos. • Implementación de tecnologías de alimentación automática para el aumento de la productividad, la tasa de crecimiento y reducir el impacto ambiental. • Integración de sensores y dispositivos de recopilación de datos en un sistema IoT, desde las instalaciones de producción, los sistemas de recolección y procesamiento hasta el consumidor final.
<p>Uso de fuentes alternativas de energía para los sistemas de cultivo del langostino</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de paneles solares para sistemas de cultivo de langostino. • Desarrollo de un modelo de energía sostenible que combine sistemas de viento y fotovoltaicos para alimentar los sistemas de aireación y recirculación.
<p>Desarrollo de nuevos productos terminados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de nuevos mercados de productos a base del langostino (productos verdes y acuicultura social). • Introducción de envases con códigos QR que redirijan a la página web de la empresa donde se explica cómo está garantizada la trazabilidad, sostenibilidad y origen del producto.
<p>Valorización y aprovechamiento de subproductos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de métodos biotecnológicos ecoamigables para la valorización de carotenoides, en particular la astaxantina, a partir de desechos del langostino (<i>Litopenaeus vannamei</i>). • Valorización de las cabezas de langostinos para producción de harina residual. • Producción de biocarbón a partir de biomasa residual de la industria langostinera. • Implementación de una planta productora de quitosano y glucosamina. • Desarrollo de un programa de reutilización y reciclaje de todos los flujos de residuos producidos en el cultivo del langostino.

Nota: elaboración propia.



Biotecnología y desarrollo de capacidades

.....

Esta parte muestra como las innovaciones en biotecnología molecular y bioinformática representan una oportunidad para revolucionar el cultivo del *Litopenaeus vannamei* y el futuro de la cadena de valor. Su aprovechamiento es, a la vez, un reto para la industria peruana del langostino, junto al desarrollo de capacidades en todos los niveles de instrucción.

.....

parte 4





7 BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR

El monitoreo continuo de los resultados de las publicaciones y los resultados de la investigación desarrollada en todo el mundo sobre langostinos y crustáceos permite detectar tempranamente el impacto de nuevas biotecnologías moleculares y comprender la importancia de sus aplicaciones en beneficio del cultivo de langostinos en el Perú, especialmente en sistemas sofisticados como el cultivo intensivo.

7.1 Identificación de prioridades de I&D

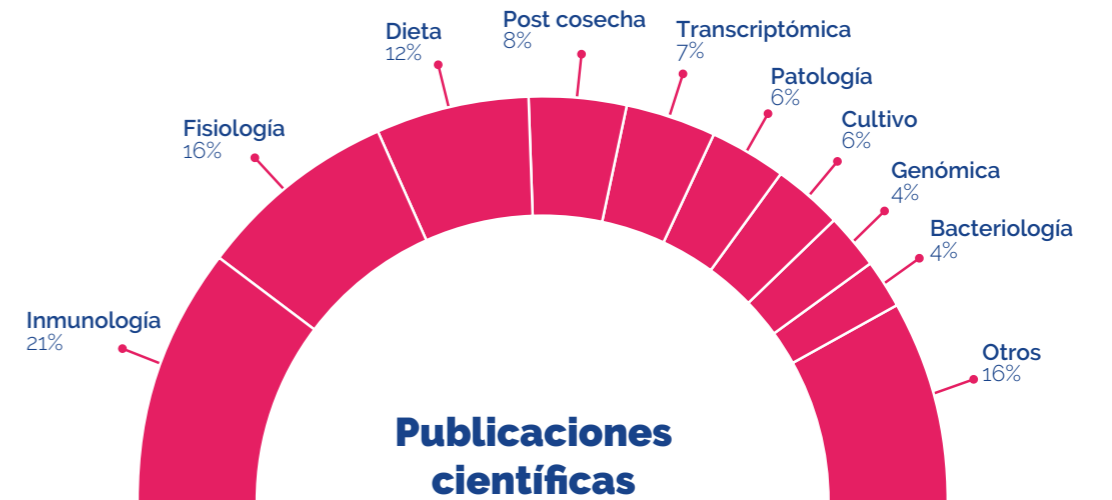
Tener en cuenta los temas de investigación desarrollados a nivel mundial es importante para que Perú pueda establecer su estrategia al equilibrar su posicionamiento entre temas principales y secundarios, posiblemente buscando un posicionamiento original en un tema específico para adquirir una reputación global en el campo científico del cultivo de langostinos.

Al analizar una por una las 259 publicaciones del año 2019 seleccionadas con la palabra *shrimp*, fue posible clasificarlas considerando el tema principal, como se muestra en el gráfico.



Figura 31

Publicaciones científicas del 2019 sobre *shrimp*, según temas



Nota: elaboración propia.

La mitad de las publicaciones se relacionan con tres temas principales: inmunología (21 %), fisiología (16 %) y alimentación de langostinos (12 %). Esta importancia es lógica porque es una cuestión de conocimientos relacionados a la capacidad de respuesta inmunológica de los langostinos frente a factores abióticos y bióticos, en particular virus y bacterias; las bases moleculares de los varios procesos fisiológicos del langostino, especialmente en situaciones estresantes; los efectos de los aditivos y las alternativas en alimentación sobre el crecimiento y la inmunología.

Los otros temas se relacionan con: los procesos posteriores a la cosecha de langostinos, en particular para optimizar la conservación (8 %); la patología (6 %) y los diagnósticos moleculares (2 %); el cultivo de langostinos, especialmente en sistemas intensivos (6 %); la bacteriología en los sistemas de cultivo (4 %); los probióticos (3 %) y el microbiota (3 %).

La recuperación de los desechos de los procesos de transformación (2 %) y la búsqueda de moléculas naturales para el tratamiento de infecciones (2 %) son temas extremadamente interesantes, pero aún poco estudiados. Este último debe considerarse como una posible nueva actividad económica, dada la enorme biodiversidad peruana en plantas medicinales, a menudo endémicas.

La popularización de las biotecnologías de secuenciación masiva de ADN –conocida como NGS (secuenciación de próxima generación, en español)–, en asociación con nuevos programas bioinformáticos para el manejo de Big Data, han permitido caracterizar microbiomas bacterianos y fúngicos de forma independiente del cultivo de estos microorganismos, según la Biotecnología llamada Metagenómica.

El Proyecto de Microbioma Humano ha sido una iniciativa de los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos (NIH), cuyo



objetivo fue identificar y caracterizar todos los microorganismos que viven en asociación con humanos. Lanzado en 2008, este proyecto de cinco años, con un presupuesto total de 115 millones de dólares, tenía como objetivo descubrir los vínculos entre el estado de salud y las enfermedades, por un lado, y el microbiota de las personas involucradas en este estudio.

Posteriormente, el concepto de microbioma y metagenómica se popularizó para caracterizar múltiples tipos de poblaciones microbianas con un total de más de 19 000 publicaciones científicas. Resultó que la gran mayoría (generalmente más del 90 %) de los microorganismos en una comunidad no puede aislarse y cultivarse *in vitro* con medios

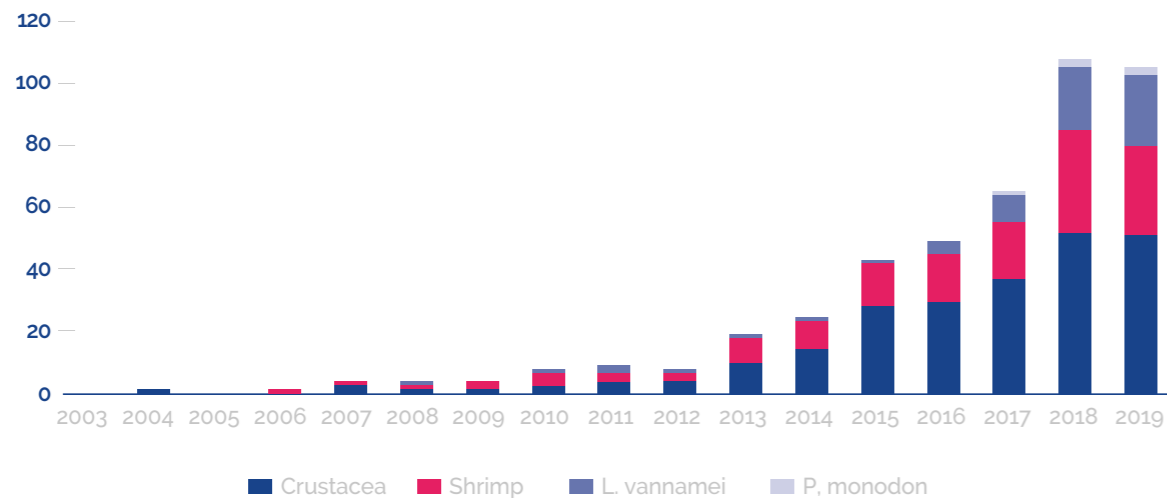
microbiológicos convencionales, en particular microorganismos patógenos que dependen de los nutrientes del huésped y de otros microorganismos.

Esta biotecnología metagenómica se aplicó con éxito en 2010 como un nuevo enfoque para la caracterización taxonómica y funcional de las comunidades microbianas asociadas con el langostino. Esta tecnología fue adoptada notablemente en Perú por una empresa en el marco de un proyecto FINCYT y permitió identificar nuevas especies de bacterias, en particular del género *Sphingomonas*, no cultivables *in vitro* y directamente asociadas con la mortalidad masiva en cultivos intensivos de *Litopenaus vannamei*.

Figura 32

Publicaciones científicas sobre microbiota y metagenómica según especies y años

Publicaciones



Nota: elaboración propia.

El monitoreo y el análisis de publicaciones científicas muestran que, desde principios de la década del 2000, casi todas dependen en gran medida o esencialmente de conceptos de biología molecular y biotecnologías moleculares, lo que coincide con el inicio de la pandemia grave causada por el virus WSSV. De hecho, los virus como parásitos celulares obligatorios, requieren la implementación de biotecnologías moleculares para su estudio.

En 2019, las publicaciones científicas, generalmente de muy alto nivel científico, se basan casi todas en biotecnologías moleculares y algunas se relacionan específicamente con genómica (4 %), transcriptómica (7 %) y proteómica (4 %) y metabolómica (<1 %) de los langostinos o microorganismos asociados, como se puede ver en los títulos a continuación.

Tabla 29

Ejemplos de publicaciones científicas ómicas asociadas a langostinos (2019)

Genómica

Genome-Wide Analysis of Alternative Splicing Provides Insights into Stress Response of the Pacific White Shrimp *Litopenaus vannamei*.

Identification of Single Nucleotide Polymorphisms Related to the Resistance Against Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease in the Pacific White Shrimp *Litopenaus vannamei* by Target Sequencing Approach.

Genome-Wide Identification and Expression Profiles of Myosin Genes in the Pacific White Shrimp, *Litopenaus vannamei*.

Genome Scan for Genomic Regions and Genes Associated with Growth Trait in Pacific White Shrimp *Litopenaus vannamei*.

Genomic Selection in Aquaculture: Application, Limitations and Opportunities with Special Reference to Marine Shrimp and Pearl Oysters.

Penaeid shrimp genome provides insights into benthic adaptation and frequent molting.

Genomic insights of *Vibrio harveyi* RT-6 strain, from infected "Whiteleg shrimp" (*Litopenaus vannamei*) using Illumina platform.



Transcriptómica

A comparative synthesis of transcriptomic analyses reveals major differences between WSSV-susceptible *Litopenaeus vannamei* and WSSV-refractory *Macrobrachium rosenbergii*.

Integrative microRNA and mRNA analysis reveals regulation of ER stress in the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* under acute cold stress.

RNA-seq revealed the signatures of immunity and metabolism in the *Litopenaeus vannamei* intestine in response to dietary succinate.

Transcriptome analysis of hemocytes from the white shrimp *Litopenaeus vannamei* with the injection of dopamine.

Temporal changes in transcriptome profile provide insights of White Spot Syndrome Virus infection in *Litopenaeus vannamei*.

Transcriptomic analysis of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) in response to acute hepatopancreatic necrosis disease caused by *Vibrio parahaemolyticus*.

Stress response and tolerance mechanisms of ammonia exposure based on transcriptomics and metabolomics in *Litopenaeus vannamei*.

Transcriptome signatures of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* hepatopancreas in response to stress in biofloc culture systems.

Comparative transcriptome analysis reveals the different roles between hepatopancreas and intestine of *Litopenaeus vannamei* in immune response to aflatoxin B1 (AFB1) challenge.

Transcriptome analysis reveals the activation of neuroendocrine-immune system in shrimp hemocytes at the early stage of WSSV infection.

Insights into the molecular basis of immunosuppression and increasing pathogen infection severity of ammonia toxicity by transcriptome analysis in pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*.

Exploring the influence of the surface proteins on probiotic effects performed by *Lactobacillus pentosus* HC-2 using transcriptome analysis in *Litopenaeus vannamei* midgut.

Transcriptómica

Transcriptomic and microbiota response on *Litopenaeus vannamei* intestine subjected to acute sulfide exposure.

Full-length transcriptome analysis of *Litopenaeus vannamei* reveals transcript variants involved in the innate immune system

Comparative transcriptomic characterization of the eyestalk in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during ovarian maturation.

Transcriptome of white shrimp *Litopenaeus vannamei* induced with rapamycin reveals the role of autophagy in shrimp immunity.

Effects of dietary *Bacillus subtilis* and *Shewanella* algae in expression profile of immune-related genes from hemolymph of *Litopenaeus vannamei* challenged with *Vibrio parahaemolyticus*.

Proteómica

Exploration of the influence of surface proteins on the probiotic activity of *Lactobacillus pentosus* HC-2 in the *Litopenaeus vannamei* midgut via label-free quantitative proteomic analysis.

Effects of T-2 toxin on the muscle proteins of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) - a proteomics study.

Proteomic characterization of the hepatopancreas in the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* under cold stress: Revealing the organism homeostasis mechanism.

The Protein-Protein Interaction Network of *Litopenaeus vannamei* Haemocytes.

Proteomic and metabolomic responses in hepatopancreas of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* infected by microsporidian *Enterocytozoon hepatopenaei*.

Quantitative serum proteomics analyses reveal shrimp responses against WSSV infection.

Proteomic profiling of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) hemocytes infected with white spot syndrome virus reveals the induction of allergy-related proteins.

Nota: elaboración propia.



7.2 Las biotecnologías moleculares ómicas en I&D+i para el cultivo de langostinos

En 2019, un equipo internacional de científicos secuenció y ensambló el genoma del langostino blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*, publicándose el trabajo en la revista Nature Communications.

Estos científicos, dirigidos por los profesores Xiang Jianhai y Li Fuhua, del Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de China, secuenciaron el genoma muy complejo de *Litopenaeus vannamei* e integraron datos de transcriptómica, proteómica y de bioinformática previamente recolectados durante la última

década, para poder ensamblar un genoma de referencia de las especies de langostinos económicamente importantes.

DESTAQUE

Un equipo internacional de científicos secuenció y ensambló el genoma del *Litopenaeus vannamei*, integrando datos de transcriptómica, proteómica y de bioinformática previamente recolectados durante la última década.

El estudio informa que el genoma de *Litopenaeus vannamei* cubre aproximadamente 1.66 Gb (2x 44 cromosomas) y contiene 25 596 genes que codifican proteínas. El ensamblaje del genoma de alta calidad de *Litopenaeus vannamei* ofrece a los científicos la oportunidad de comprender varios procesos biológicos del langostino a nivel del genoma, transcriptoma, proteoma y metaboloma.

Este trabajo fue precedido por numerosas publicaciones pioneras relacionadas con la genómica (crustáceos 3 312, langostinos 1 419), transcriptómica (crustáceos 786, langostinos 261), proteómica (crustáceos 261, langostinos 162), metabolómica (crustáceos 113, langostinos 38) y ómicas generales (crustáceos 29, langostinos 14).

El análisis genómico comparativo de las poblaciones de langostinos cultivados y silvestres revela que las prácticas de cultivo de solo 30 años ya han tenido un impacto significativo en el genoma del langostino como consecuencia de un proceso de "domesticación".

El genoma del langostino ensamblado y la gran cantidad de marcadores genéticos proporcionan un recurso útil para los estudios de asociación del genoma y la selección genómica, acelerando así los programas de mejora genética en el cultivo del langostino. Este tema de investigación es esencial para cada país productor que debe seleccionar variedades de langostinos adaptadas a las condiciones locales.

Figura 33

Carátula del artículo científico sobre el genoma del *Litopenaeus vannamei*



ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s41467-019-09197-4> OPEN

Penaeid shrimp genome provides insights into benthic adaptation and frequent molting

Xiaojun Zhang^{1,2}, Jianbo Yuan^{1,2}, Yamin Sun³, Shihao Li^{1,2,4}, Yi Gao^{1,2,4}, Yang Yu^{1,2,4}, Chengzhang Liu^{1,2,4}, Quanchao Wang^{1,2,4}, Xinjia Lv^{1,5}, Xiaoxi Zhang^{1,5}, Ka Yan Ma⁶, Xiaobo Wang⁷, Wenchao Lin⁴, Long Wang⁴, Xueli Zhu⁴, Chengsong Zhang^{1,2,4}, Jiquan Zhang^{1,2,4}, Songjun Jin^{1,2,4}, Kuijie Yu^{1,2,4}, Jie Kong⁸, Peng Xu⁹, Jack Chen¹⁰, Hongbin Zhang¹¹, Patrick Sorgeloos¹², Amir Sag¹³, Acacia Alcivar-Warren¹⁴, Zhanjiang Liu¹⁵, Lei Wang¹⁶, Jue Ruan⁷, Ka Hou Chu⁶, Bin Liu¹⁶, Fuhua Li^{1,2,4} & Jianhai Xiang^{1,2,4}

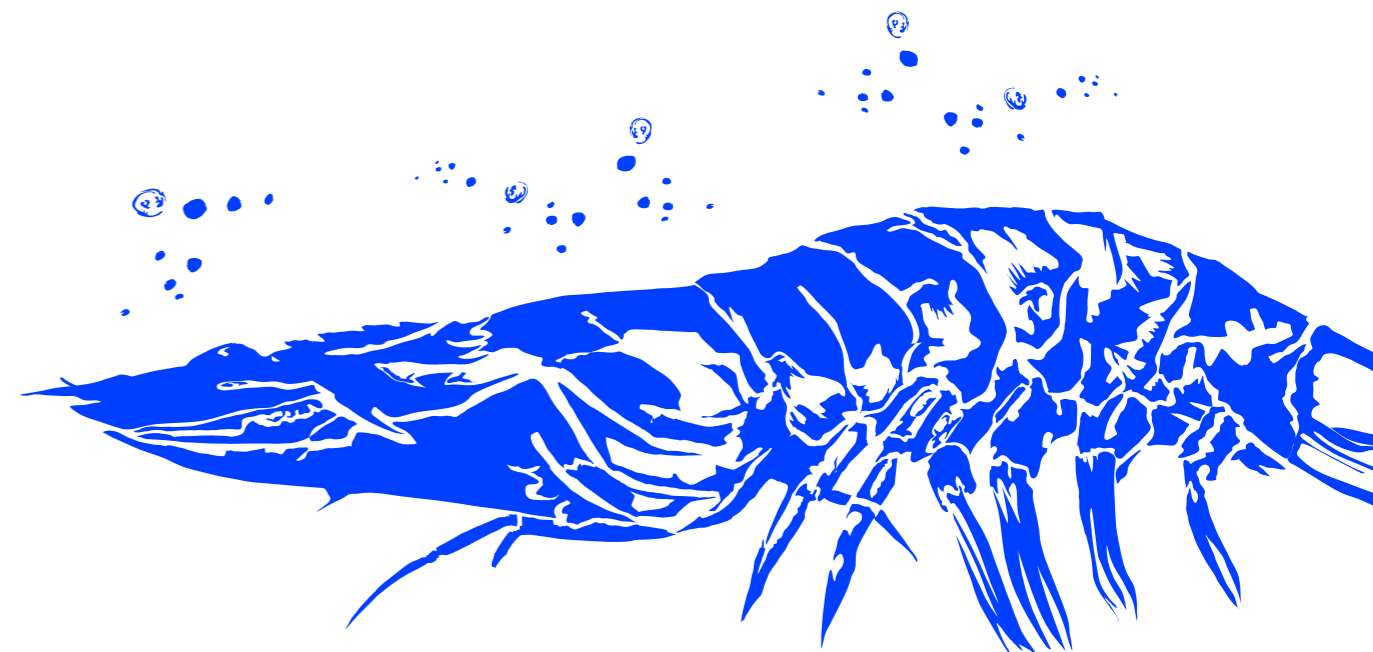
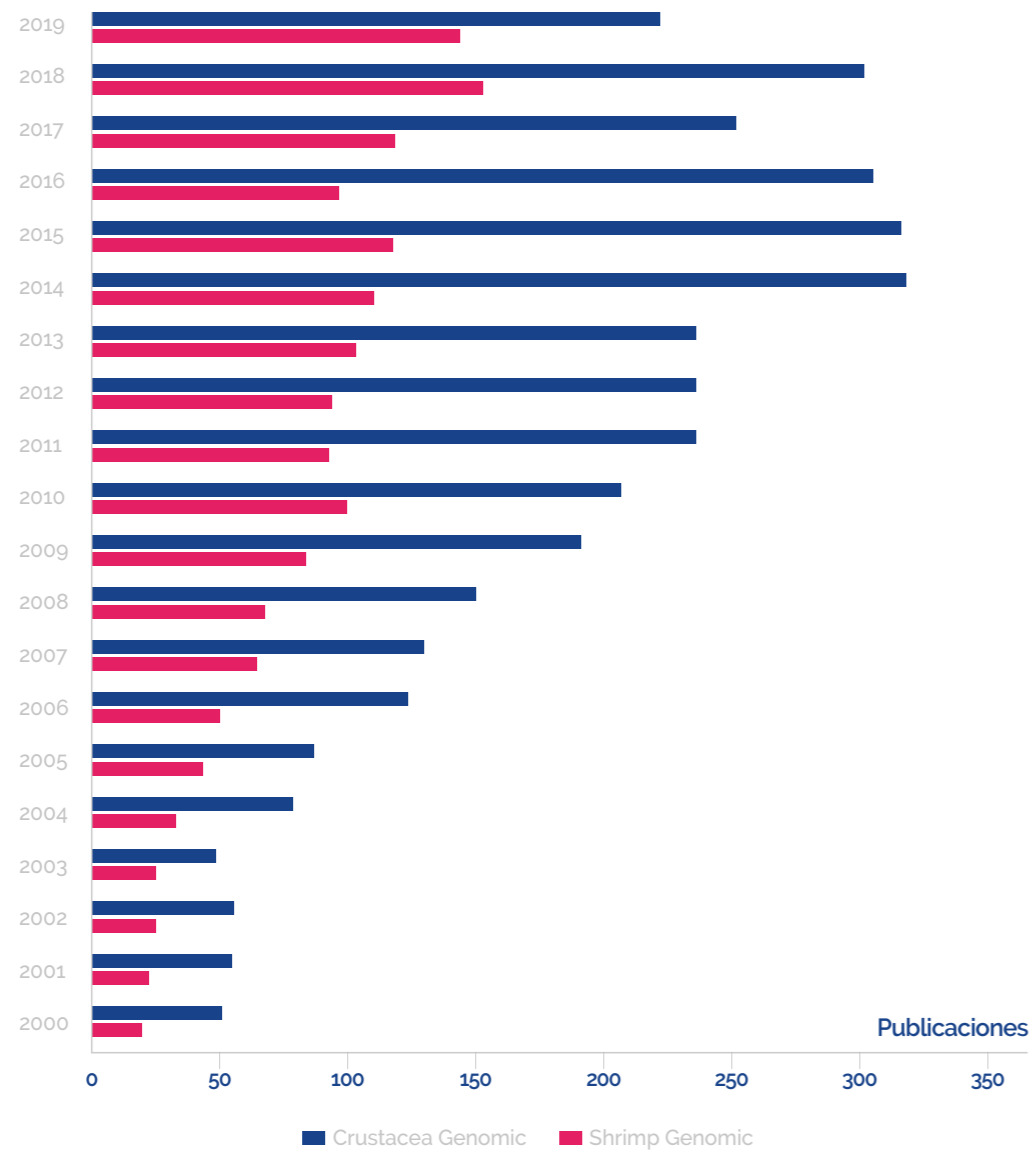




Figura 34

Publicaciones científicas sobre genómica



Nota: elaboración propia.

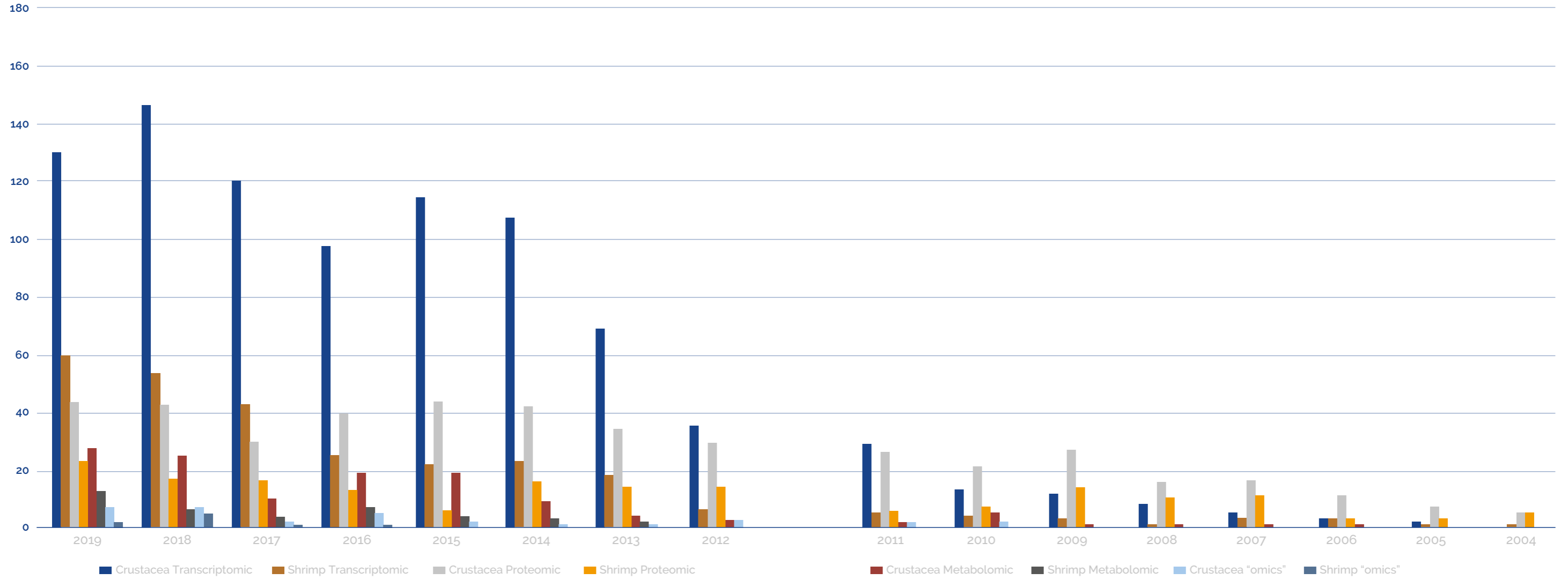
El genoma del langostino ensamblado y la gran cantidad de marcadores genéticos proporcionan un recurso útil para los estudios de asociación del genoma y la selección genómica, acelerando así los programas de mejora genética en el cultivo del langostino. Este tema de investigación es esencial para cada país productor que debe seleccionar variedades de langostinos adaptadas a las condiciones locales.

Este trabajo de caracterización total del genoma, y por deducción bioinformática del transcriptoma, proteoma y metaboloma del *Litopenaeus vannamei*, es extremadamente importante para la cría de langostinos y debe llevar al Perú a participar rápidamente en esta nueva era de OMIC (genómica-transcriptómica-proteómica-metabólica).



Figura 35

Publicaciones científicas sobre genómica



176

177

Nota: elaboración propia.

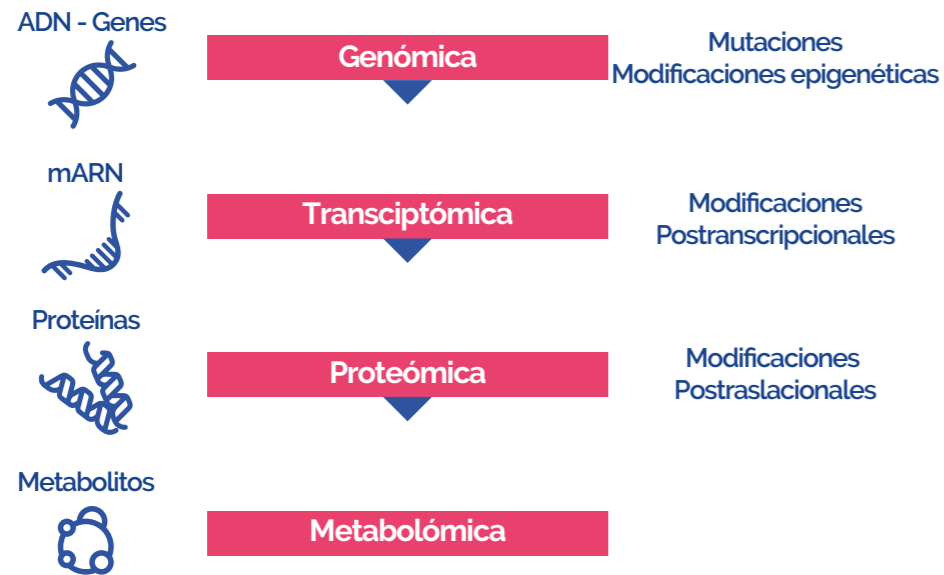
De hecho, estas biotecnologías OMIC ofrecen una multitud de aplicaciones beneficiosas para mejorar la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad de los cultivos al avanzar hacia sistemas ecológicos hiperintensivos. Las biotecnologías moleculares hacen posible comprender organismos y ecosistemas a niveles moleculares y reproducir procesos biológicos beneficiosos (biomimética), en particular en sistemas de permacultura poli específicos.

7.3 Las biotecnologías moleculares ómicas en el cultivo de langostinos

En las últimas décadas, la biología molecular ha "explotado", lo que lleva al establecimiento del Dogma central que sintetiza los procesos básicos de la vida (replicación de ADN, transcripción de ARN, traducción de proteínas y biosíntesis de metabolitos). Este proceso de desarrollo explosivo de los conocimientos en los procesos biológicos ha sido posible gracias a una multitud de innovaciones biotecnológicas moleculares asociadas con innovaciones bioinformáticas para la gestión y explotación de grandes masas de datos moleculares (*big data*).

Figura 36

Dogma central de la biología molecular



Nota: Google imágenes

Por lo tanto, ha sido posible aislar y clonar genes y luego secuenciar y estudiar genomas completos, primero microbianos, luego animales y plantas, lo que lleva al nuevo campo conocido como Genómica. La caracterización simultánea de los genomas de las comunidades microbianas también se ha convertido en rutina y se conoce como Metagenómica.

Estos avances se basaron en el desarrollo de biotecnologías biomiméticas, por ejemplo, en la replicación natural del ADN con la reacción de PCR (reacción en cadena de la polimerasa) que permite producir millones de copias de una porción de ADN entre dos cebadores específicos. Las tecnologías de secuenciación masiva de ADN (secuenciación de próxima generación), para establecer las secuencias de millones de fragmentos de ADN en paralelo, han reducido drásticamente el costo de la secuenciación. Si bien la secuenciación del primer genoma humano costó alrededor de 3 millones de dólares, el costo actual es de solo unos pocos miles.

Paralelamente, se han desarrollado los campos de Transcripción y Regulación de la Expresión Génica, con la posibilidad de analizar individual

o globalmente la expresión de genes de una célula, un tejido o un organismo completo, abriendo el camino a la Transcriptómica. Las biotecnologías utilizadas para caracterizar las moléculas de ARN mensajero resultantes de la transcripción son generalmente las mismas que para el ADN, después de haber transformado las moléculas de ARN en ADN utilizando enzimas conocidas como transcriptasas inversas. Estas son principalmente técnicas conocidas como qRT-PCR o RNA-seq.

La Transcriptómica ha permitido, en muchas especies microbianas, plantas y animales, caracterizar todos los genes y la regulación de su expresión por factores abióticos o bióticos, en particular por medio de factores de transcripción positivos o negativos, así como por sesgo de moléculas de microARN involucradas en el sistema de interferencia de ARN.

La Transcriptómica, que analiza todos los procesos de respuesta y adaptación de los organismos a las condiciones ambientales y patógenos, se ha convertido en un tema principal de investigación básica y aplicada en todos los sectores de la actividad humana. La Transcriptómica Experimental se basa esencialmente en métodos que permiten, por un lado, la sobreexpresión de uno o más genes mediante el vector de expresión y, por otro, la inhibición de uno o más genes. La inhibición es parcial con ARN de interferencia, es decir, total con mutaciones dirigidas, en particular utilizando el sistema CRISPR.

Las proteínas son el resultado de la traducción de los ARN mensajeros a nivel de ribosomas sobre la base del código genético, que es universal para todos los seres vivos con la correspondencia entre tripletes de nucleótidos (codones) del ARN mensajero y los veinte de aminoácidos que constituyen las proteínas.

.....

La Transcriptómica se ha convertido en una tema principal de investigación básica y aplicada en todos los sectores de la actividad humana.



Tabla 30

Código genético

		Segunda Letra				
		U	C	A	G	
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U	
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C	
	UUA Leu	UCA Ser	UAA STOP	UGA STOP	A	
	UUG Leu	UCG Ser	UAG STOP	UGG Try	G	
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U	
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C	
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gin	CGA Arg	A	
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gin	CGG Arg	G	
A	AUU Iso	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U	
	AUC Iso	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C	
	AUA Iso	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A	
	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G	
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Giy	U	
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Giy	C	
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Giy	A	
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Giy	G	

Nota: Google imágenes

Como las proteínas son las moléculas efectoras de todos los procesos biológicos, su estudio se ha llevado a cabo durante varias décadas, inicialmente implementando protocolos tediosos y teniendo que producir reactivos específicos, en particular anticuerpos para poder detectar proteínas en las células, o medirlos usando técnicas inmunológicas.

Los avances recientes en Biología Molecular e Ingeniería Genética han permitido acceder fácilmente a proteínas recombinantes, mientras

que las tecnologías de espectrometría de doble masa, en particular MALDI-TOF/TOF, generalmente en combinación con electroforesis separativa o la cromatografía, permiten la detección y caracterización masiva de proteínas, así como su detección y semicuantificación en tejidos previamente preparados en secciones congeladas (*Mass Imaging*). En conjunto, estas biotecnologías moleculares han hecho de la proteómica un tema clave en la investigación básica y aplicada en todos los sectores de la actividad humana.

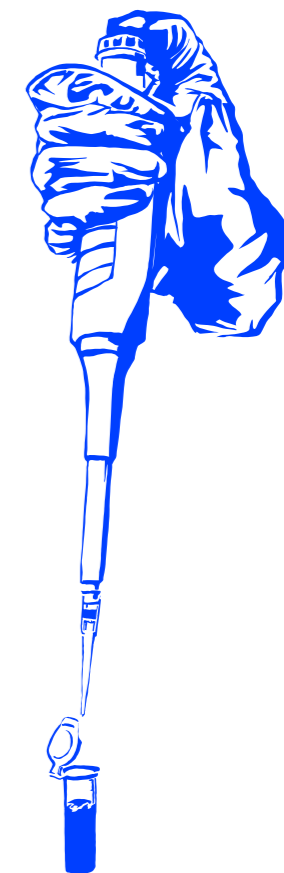
Finalmente, la Metabolómica, que corresponde al estudio de todos los metabolitos producidos por un microorganismo, una planta o un animal, se encuentra en un campo en pleno desarrollo con investigación básica y aplicada que se beneficia de todas las innovaciones biotecnológicas y bioinformáticas explicadas anteriormente. La espectrometría de doble

masa, en particular MALDI-TOF/TOF, es particularmente poderosa para la detección y caracterización masiva de metabolitos, generalmente en combinación con diversas técnicas de cromatografía de separación, así como para su detección y semicuantificación en tejidos previamente preparados en secciones congeladas (*Mass Imaging*).

7.4 Aplicaciones de biotecnologías moleculares ómicas en el trabajo de I&D+i para el cultivo de langostinos

En el cultivo de langostinos, los campos de aplicación de las biotecnologías moleculares corresponden esencialmente a:

- Diagnóstico molecular de patógenos para la prevención de enfermedades infecciosas que constituyen el principal factor de pérdida de productividad y rentabilidad.
- Biotecnología de gametos y embriones.
- Microorganismos probióticos para la prevención de enfermedades y la mejora de la productividad.
- Marcadores moleculares y mejora genética.
- Permacultura biotecnológica.





7.4.1 DIAGNÓSTICO MOLECULAR DE PATÓGENOS PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS

Los langostinos pueden infectarse con una amplia gama de patógenos, cuyo diagnóstico es esencial como profilaxis, así como para la evaluación de tratamientos, en particular los naturales, utilizando microorganismos probióticos o extractos de plantas.

Los virus del langostino pertenecen a muchas familias virales caracterizadas por la organización de genomas que consisten en ARN o ADN que se insertan dentro de una cápside de proteínas virales estructurales. El diagnóstico de virus animales se basó inicialmente en técnicas de microscopía electrónica extremadamente tediosas y que requieren equipos muy sofisticados y costosos.

La posibilidad de purificar proteínas virales ha permitido producir anticuerpos específicos y, posteriormente, desarrollar técnicas inmunológicas de diagnóstico cuya sensibilidad es relativamente baja y la especificidad afectada por la variabilidad antigénica de los virus.

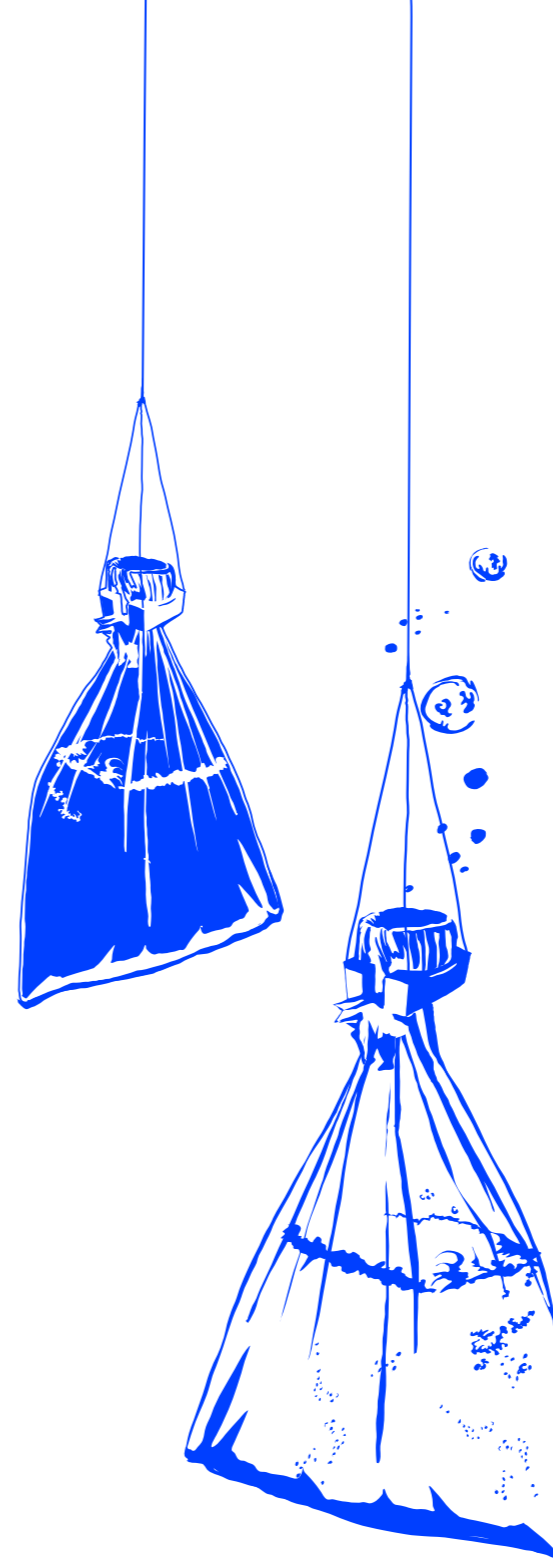
Por otro lado, las tecnologías de PCR (virus de ADN) y RT-PCR (virus de ARN) han revolucionado el diagnóstico de virus animales en términos de especificidad, que está controlada por las secuencias de cebadores sintéticos, ya que estas técnicas permiten amplificar el material genético viral presente en una muestra millones

de veces. Sin embargo, estas tecnologías requieren el conocimiento del virus que se busca, en particular la secuencia de su genoma, para poder sintetizar cebadores de nucleótidos específicos.

La espectrometría de doble masa MALDI-TOF/TOF corresponde a una tecnología extraordinaria para buscar virus, conocidos o nuevos, en la medida que permite secuenciar masivamente los péptidos presentes en una muestra e identificar por bioinformática a aquellos que tienen homologías con virus de animales.

Es esencial tener reproductores certificados libres de virus porque la mayoría de los virus son transmisibles verticalmente por infección directa de ovocitos o líquido seminal, lo que conduce a embriones infectados. Cabe señalar que los langostinos infectados con virus son generalmente mucho más susceptibles a infecciones secundarias por otros virus, bacterias u hongos.

Los langostinos están asociados con varios tipos de bacterias y hongos que están en interacciones complejas entre sí y que pueden ser beneficiosos o patógenos para el animal. Hasta hace poco, los diagnósticos de bacterias y hongos se basaban en protocolos de aislamiento en medios de cultivo con posterior identificación bioquímica y más recientemente molecular



mediante la amplificación y secuenciación del ADN ribosómico bacteriano 16S o la región fúngica de las ITS.

Las nuevas tecnologías de secuenciación masiva, conocidas como NGS (*Next Generation Sequencing*) han abierto el camino para la caracterización de microbiomas al identificar todas las bacterias y hongos asociados con los animales, en el tracto digestivo y otras cavidades corporales, de forma independiente de su carácter cultivable o no cultivable. Resulta que más del 90 % de los microorganismos asociados con los animales no son cultivables, en particular las cepas altamente patógenas que dependen del desarrollo de los componentes animales.

Estos análisis metagenómicos se han convertido en rutina en la cría para caracterizar el microbioma de animales enfermos o sanos y así identificar microorganismos patógenos y beneficiosos. A partir de animales sanos "de élite", es posible aislar cepas probióticas que pueden usarse para mejorar el crecimiento animal, la calidad de los huevos, etc.



7.4.2 BIOTECNOLOGÍA DE GAMETOS Y EMBRIONES

Las biotecnologías moleculares están revolucionando las tecnologías de reproducción de langostinos.

La transgénesis, que consiste en insertar un fragmento de ADN exógeno en el genoma de un animal, sigue siendo objeto de controversia, particularmente con respecto al consumo humano de carne transgénica. De otro lado, la transgénesis se usa cada vez más y es esencial para la producción de moléculas de alto valor por animales transgénicos, con un enfoque en la producción masiva de proteínas recombinantes de interés farmacéutico, en particular en la hemolinfa, para facilitar su extracción y purificación.

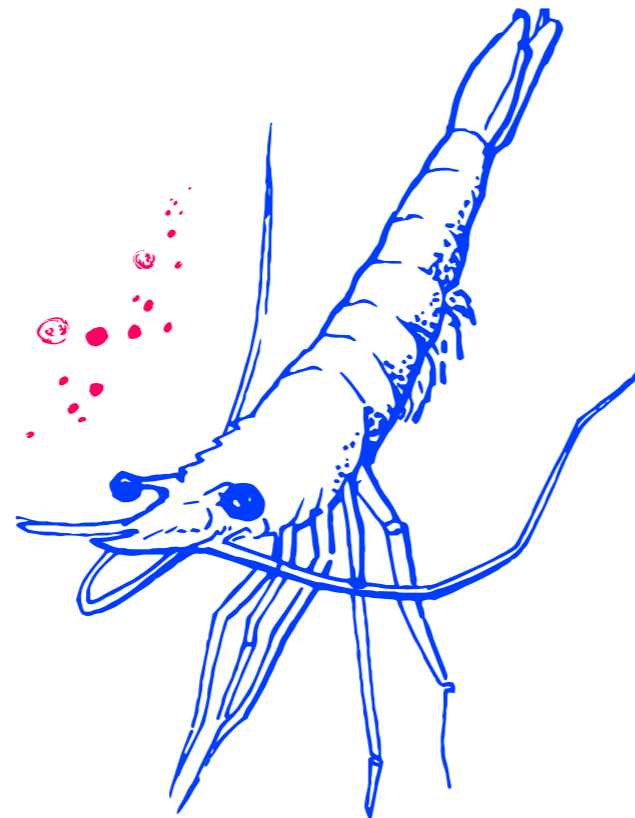
Las mutaciones pueden conducir a animales de élite por un carácter de interés zootécnico. Estas mutaciones son espontáneas y detectables como SNP (polimorfismo de nucleótido único) mediante análisis genómicos o artificiales, utilizando en particular el sistema de mutagénesis dirigida conocido como CRISPR, el cual causa con precisión una mutación en el genoma animal, que en los humanos es la base de la terapia génica para el tratamiento de enfermedades genéticas.

Las mutaciones beneficiosas en el langostino se relacionan con genes involucrados en el desarrollo de masa muscular, producción de leche, prolificidad, resistencia a enfermedades, etc. Cabe señalar que esta tecnología CRISPR se desarrolló recientemente en Perú para el *Litopenaues vannamei*.

7.4.3 MICROORGANISMOS PROBIÓTICOS PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES Y LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

Los análisis metagenómicos se han convertido en una rutina en la cría para caracterizar el microbioma de langostinos, enfermos o sanos, y así identificar microorganismos patógenos y beneficiosos.

A partir de animales de élite es posible aislar cepas probióticas que se pueden usar para controlar el microbiota. Esto hace po-



sible que ya no se usen antibióticos que promueven el crecimiento, pero a la vez generan desequilibrios en la flora microbiana y fenómenos de resistencia múltiple.

Los microorganismos beneficiosos también pueden aislarse de las especies silvestres porque las especies domésticas han perdido durante mucho tiempo su flora microbiana nativa.

En la práctica, las cepas aisladas se caracterizan a nivel genómico, transcriptómico, proteómico y metabolómico para seleccionar microorganismos probióticos en función de características beneficiosas, como su capacidad para producir metabolitos antimicrobianos, etc.

La espectrometría de doble masa MALDI-TOF/TOF mass imaging ha revolucionado la investigación, identificación y caracterización de cepas microbianas beneficiosas que producen proteínas o metabolitos antagonistas de las cepas patógenas.

.....
A partir de animales de élite es posible aislar cepas probióticas que se pueden usar para controlar el microbiota.

Estos diversos tipos de microorganismos probióticos pueden ser producidos masivamente, en particular mediante la recuperación de desechos biológicos (orina, hidrolizados de tejidos animales, etc.) y utilizados en forma de un consorcio microbiano para la mejora fisiológica de los animales en cultivo orgánico, criados sin productos químicos.

7.4.4 INMUNOFORTIFICACIÓN Y VACUNACIÓN

La salud de los langostinos, que se basa en una buena dieta y condiciones óptimas de mantenimiento, requiere del uso de herramientas de biotecnología molecular para evaluar objetivamente su estado fisiológico, en particular el estado inmune, de acuerdo con los parámetros considerados.

Las biotecnologías comparativas de transcriptómica y proteómica se están volviendo rutinarias en la fisiología animal porque permiten centrarse en la expresión diferencial de algunos genes marcadores fisiológicos e inmunológicos mediante la implementación de técnicas de transferencia de Western-qrT-PCR. / ELISA. Es decir, consideran la globalidad de los genes animales utilizando tecnologías RNA-Seq, combinadas con potentes herramientas bioinformáticas para analizar estos "grandes datos".

Un eje importante relacionado con la inmunofortificación de los langostinos se refiere al uso de plantas medicinales cuyos metabolitos beneficiosos pueden caracterizarse por biotecnologías metabólicas.



La inmunología también se refiere a la vacuna como una posible ruta de protección contra enfermedades infecciosas virales y bacterianas, en particular por medio de genes ancestrales de inmunoglobulina (Dscan) o hemocianina, que presentan una gran variabilidad. La variabilidad en las secuencias de las proteínas inmunes del langostino parece estar relacionada con procesos alternativos de edición de empalme y ARN mensajero (ADAR).

7.4.4 MARCADORES MOLECULARES Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

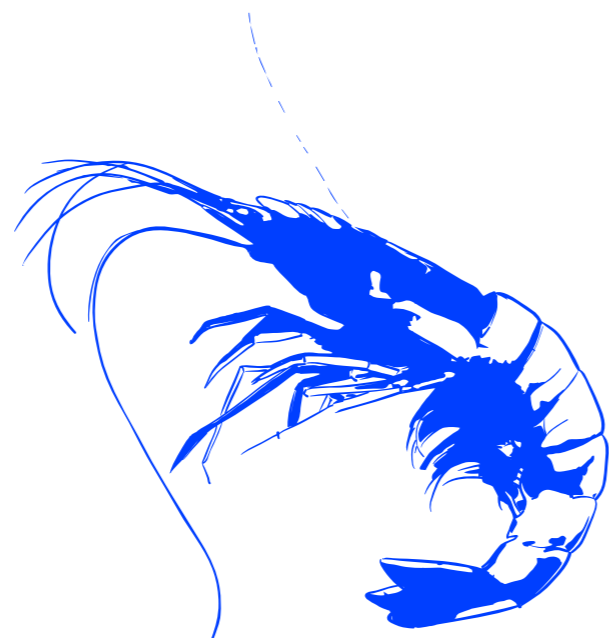
Los marcadores moleculares, genómicos, transcriptómicos, proteómicos y metabolómicos son esenciales para identificar, caracterizar y proteger variedades mejoradas de langostinos, así como en la selección de animales de élite en el marco del Programa de mejora genética.

Estos marcadores pueden ser no funcionales, como las huellas digitales en humanos (marcadores genómicos del tipo RAPD, microsatélites, etc.) o funcionales (marcadores transcriptómicos, proteómicos, metabolómicos).

La disponibilidad de marcadores moleculares permite optimizar notablemente la eficiencia de los programas de mejora genética, en particular en combinación con la optimización de las técnicas de congelación de esperma que, además, pueden certificarse libres de patógenos transmitidos sexual y verticalmente. descendencia.

Estos programas de mejora deben combinarse con la prevención de enfermedades y la domesticación de microorganismos beneficiosos. De hecho, la integración de estos enfoques permite discriminar la superioridad de una naturaleza genética en comparación con las superioridades relacionadas con la ausencia de patógenos o la asociación con microorganismos beneficiosos.

La superioridad genética de un animal puede ser el resultado de una mutación de los genes involucrados en el desarrollo de masa muscular, prolificidad, resistencia a enfermedades, etc. Estos animales de élite pueden buscarse en base a análisis genómicos para identificar mutaciones espontáneas (marcadores SNP). Estos son



programas de mejora genética basados en la selección asistida por marcadores moleculares.

El Perú debe orientarse rápidamente en el campo de la mejora genética para tener variedades locales de *Litopenaues vannamei*, bien adaptadas a las condiciones climáticas de la zona, resistentes al estrés abiótico convencional en la cría y tornillo de virus mediante la explotación de los marcadores genéticos inmunes antivirales: dicer; argonautes; microRNA (selección asistida por marcadores). Además, la selección de langostinos de élite para programas de mejora genética puede resultar del uso de reproductores que han sobrevivido a infecciones víricas o bacterianas experimentales graves.

7.4.5 PERMACULTURA BIOTECNOLÓGICA

La permacultura merece cada vez más interés debido a su sostenibilidad multifacética: ecológica, social, energética y más. Se espera que su expansión se acelere rápidamente en los sistemas familiares o en unidades de cultivo relativamente pequeñas dedicadas a cultivos comercializados localmente.

Se están realizando investigaciones en Ecuador y Perú para desarrollar sistemas de cultivo de langostinos en microunidades familiares en un modo trifásico hiperintensivo para optimizar el uso de las cuencas. El *Litopenaues vannamei* se puede criar en agua de mar o agua dulce, con control biotecnológico global. Esto es, con:

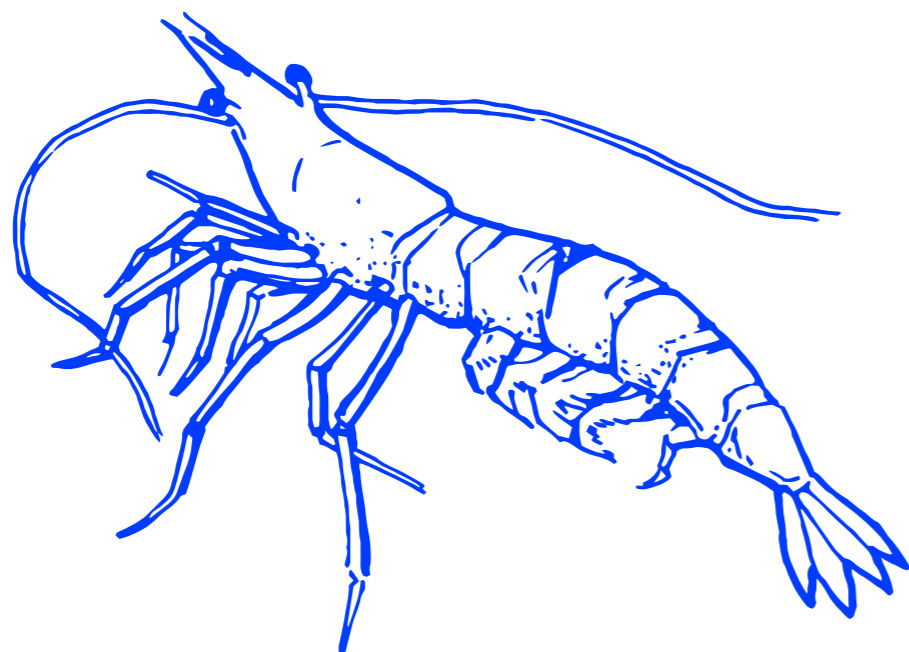
- Larvas producidas a partir de reproductores certificados libres de patógenos.
- Colonización temprana de las larvas con probióticos que tienen una capacidad antagonista de vis. contra virus y bacterias patógenos
- Biofloc "domesticado" establecido a partir de cepas de microorganismos beneficiosos, en particular cianobacterias probióticas
- Biofiltros colonizados por consorcios de bacterias desnitrificantes, entre otros.

Estas innovaciones tecnológicas, asociadas con sistemas de energía renovable y formulaciones simplificadas de alimentos, como harina vegetal y bacterias probióticas, conducen a una productividad impresionante de 3 kg/m3/mes, con una etiqueta ecológica y social.

Estas innovaciones podrían conducir a una revolución en el cultivo de langostinos, con la colonización de los desiertos costeros peruanos por parte de las poblaciones pobres que migran desde las zonas urbanas. Este proceso se ve facilitado por la disponibilidad local de agua dulce producida por la evaporación solar del agua de mar de las granjas. De hecho, el vapor de agua es fácilmente coleccionable utilizando techos de película de plástico inclinados colocados sobre los tanques de cría. La tasa de evaporación puede alcanzar 0.5-1 % por día o 5-10 litros de agua dulce por m3 de cuenca de cultivo de langostinos, con lo que se satisfacen las necesidades de consumo de las familias y sus animales domésticos al permitir más cultivos de hortalizas en huertos familiares.

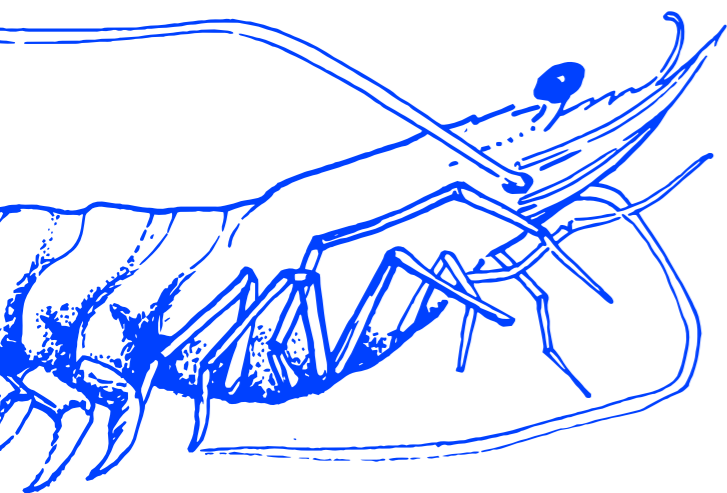


Será importante incorporar biotecnologías moleculares para analizar los complejos y variados sistemas biológicos de permacultura que asocian los langostinos con otras especies de plantas y animales y, así, poder estabilizarlos, reproducirlos y optimizarlos. También será extremadamente importante poder extrapolar los conocimientos adquiridos en permacultura a sistemas de agricultura orgánica de mayores dimensiones y menor complejidad biológica, que deben corresponder a corto plazo con los principales sistemas de producción de alimentos de calidad para la mayoría de las poblaciones.





8 FORMACIÓN PROFESIONAL Y TÉCNICA PARA GESTIONAR LA INNOVACIÓN



Perú ha desarrollado sus capacidades profesionales y técnicas en la producción de langostinos en condiciones de mucha precariedad, muchas veces ajena a la oferta universitaria y técnica que ofrece el sistema educativo nacional y regional. Las empresas y acuicultores, en general, se han servido de la creatividad para organizar e implementar cursos ad hoc, pasantías al extranjero y financiar tesis de practicantes en las empresas. Así también, han obtenido aprendizaje en la propia práctica empírica, frente a los retos empresariales que han enfrentado por innovar. Las más importantes innovaciones en la crianza de langostinos realizada en los últimos años, particularmente para el desarrollo de la cría intensiva, se han basado en pruebas empíricas, visitas al extranjero y la

asistencia técnica de expertos internacionales.

Estas grandes limitaciones en la capacidad del país para formar técnicos, profesionales, investigadores y gestores tecnológicos, hace necesario organizar un sistema efectivo para la educación y la formación profesional, que abarque la diversidad de competencias requeridas por la acuicultura del langostino nacional. Esto constituye un factor gravitante en la competitividad y sostenibilidad de la cadena y de la región noroste del Perú, que está abocada y comprometida con esta actividad económica.

La revitalización de programas transversales de I&D+i como el Fondecyt de Concytec y el Fincyt de Innóvate Perú, sumados a la creación del PNIPA –como programa de inversión pública estratégicamente orientado a fomentar la acuicultura de manera especializada–, ha dado grandes esperanzas para que el panorama descrito cambie. Sin embargo, se requiere la confluencia de diversos esfuerzos de las universidades, institutos tecnológicos y gobiernos regionales para que la cooperación e interacción multiactor logren cambiar el escenario regional de capacidades estratégicas que requiere la industria langostinera nacional.

8.1 Doctorado en biotecnologías moleculares aplicadas al cultivo de langostinos

Perú debe tener investigadores a nivel de doctorado para explotar información científica publicada internacionalmente, como para diseñar y dirigir trabajos de investigación que generen conocimiento. Esto conducirá, posteriormente, a trabajos de desarrollo e innovaciones que valoren estos conocimientos en sistemas productivos para aumentar la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del cultivo de langostinos peruano.

Dado el número de líneas de investigación previamente identificadas por los profesionales del sector y las líneas de inves-

.....
Perú debe tener investigadores a nivel de doctorado para explotar información científica publicada internacionalmente.

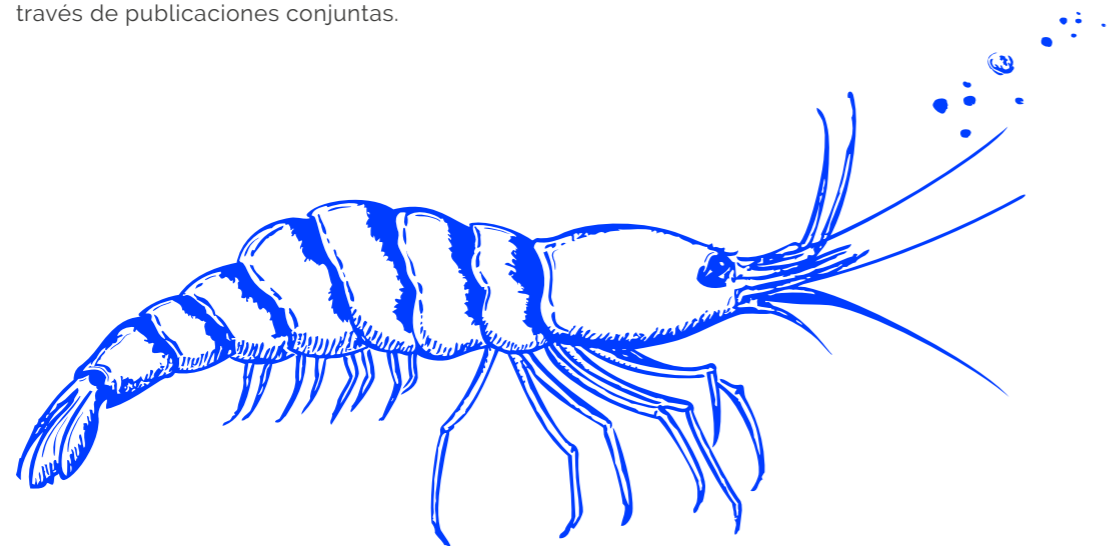


tigación desarrolladas en todo el mundo, parece juicioso y urgente establecer una formación doctoral en biotecnologías moleculares ómicas para tener científicos capaces de trabajar en los mismos niveles conceptuales y tecnológicos que aquellos de los países líderes en I&D+i, como China, India, Estados Unidos, México y algunos referentes en Europa.

En un esquema ideal, cada joven peruano en formación doctoral podría realizar su trabajo de investigación sobre un tema de interés nacional para el cultivo de langostinos, alternándolo con estadías en laboratorios extranjeros para adquirir conocimientos y acceder a tecnologías, en estrecha relación con sus codirectores de tesis. Esto debería permitir al país integrarse en la red científica mundial para la investigación del langostino, en particular a través de publicaciones conjuntas.

Este esquema viene siendo implementado por la Universidad Nacional de Tumbes (UNT) con su aliado IncaBiotec, como parte de un doctorado franco-peruano en biotecnología molecular que debe establecer asociaciones para cada estudiante con la Universidad de Montpellier, así como con científicos de otras universidades europeas, americanas y asiáticas.

El financiamiento de estos cursos de formación doctoral, lo deben considerar las instituciones interesadas, como Pronabec, Concytec y otras, aunque también podría ser asumido por el PNIPA. Esto cubriría, principalmente, el salario de los jóvenes estudiantes de doctorado y los materiales y reactivos para su trabajo de tesis, mismo que deberían conducir a publicaciones. De hecho, como parte de su alianza, la Universidad Nacional de Tumbes e IncaBiotec



8.2 Máster en biotecnologías moleculares aplicadas al cultivo de langostinos

Lógicamente, la formación doctoral debe ir precedida de una maestría, con un catálogo ya existente que generalmente puede considerarse adecuado, como en acuicultura, en patología acuícola y otras más.

La Maestría en Biotecnología Molecular de la Universidad Nacional de Tumbes, desarrollada en colaboración con IncaBiotec, se encuentra en su quinta promoción. Esta es gratuita, gracias a la participación de profesores de la misma universidad, científicos de IncaBiotec y estudiantes egresados de la maestría y registrados en el doctorado. Las primeras cuatro promociones fueron financiadas parcialmente por Concytec, a través de quince becas anuales completas. UNT e IncaBiotec otorgaron otras becas a estudiantes peruanos y extranjeros.

Esta maestría constituye un espacio de formación de jóvenes científicos en I&D+i orientado al cultivo de langostinos, algunos de los cuales continúan en la formación doctoral, en particular al convertirse en socios de la empresa de biotecnología CrustaBiotec que se está creando y cuyo objetivo se centra en la investigación de vanguardia del *Litopenaeus vannamei*.

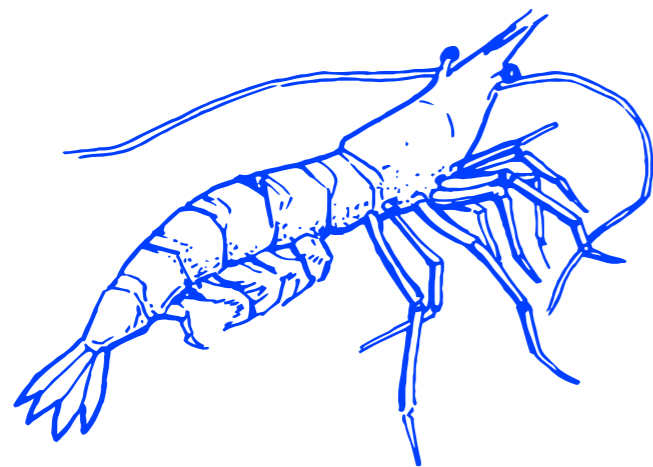
El programa de maestría prepara a los estudiantes en temas prioritarios como: patología, inmunología, microbiología y genética, entre otros; y las tesis realizadas hasta la fecha corresponden a la lista de proyectos citados anteriormente.



8.3 Ingeniero en acuicultura con especialización en cultivo de langostinos y biotecnologías moleculares

Los actuales programas de capacitación para ingenieros acuícolas se beneficiarían de una actualización que permita a los jóvenes comprender los resultados de la investigación mundial sobre el langostino y, así, poder aplicarlos en sus unidades de producción.

Esta actualización podría empezar siendo voluntaria, para no tener que esperar cambios en los programas universitarios. Una opción es seguir un título en biotecnologías moleculares aplicadas al cultivo de langostinos. Esta capacitación teórica y práctica se puede diseñar y llevar a cabo como parte de un proyecto SFOCA del PNIPA. Además, los estudiantes de ingeniería podrían llevar a cabo su trabajo de tesis en equipos de investigación en biotecnologías moleculares.

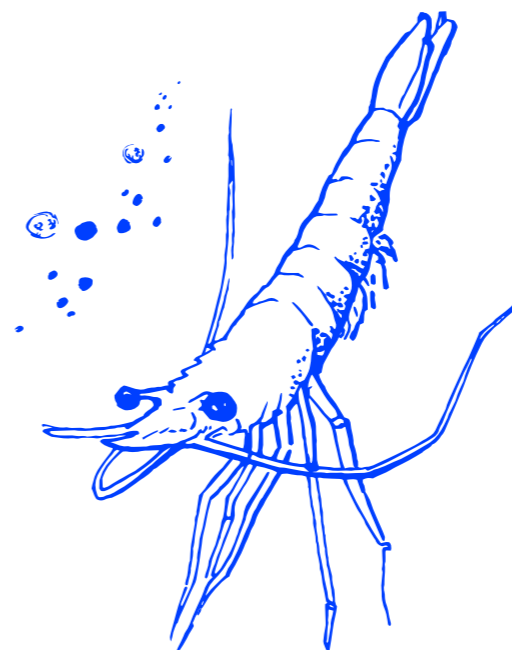


Otras actualizaciones importantes para las innovaciones, como por ejemplo en el uso de energías renovables, nuevas tecnologías agroalimentarias u otras, no son específicas para la cría de langostinos y, por lo tanto, deberían ser consideradas de manera más general por el Ministerio de Educación como por las universidades peruanas.

8.4 Técnicos de cultivo de langostinos y biotecnologías aplicadas al cultivo de langostinos

Los programas de capacitación para técnicos de acuicultura también se beneficiarían de la actualización al permitirle a los jóvenes acceder a nuevos conceptos y nuevas tecnologías para la producción de langostinos, como las punciones de hemolinfa y el diagnóstico molecular de enfermedades, la producción de probióticos, cultivos de microorganismos que forman biofloc, entre otros.

Esta actualización podría basarse en un curso teórico y práctico de biotecnologías moleculares aplicadas al cultivo de langostinos, pudiendo diseñarse y llevarse a cabo esta capacitación teórica y práctica como parte de un proyecto SFOCA del PNIPA. Esta innovación educativa se encuentra en curso en el Instituto Tecnológico de Zorritos.





8.5 Bachillerato en cultivo de langostinos y biotecnologías moleculares

.....
Sería interesante crear un curso de capacitación en cultivo de langostinos y biotecnologías aplicadas al cultivo de langostinos de una duración relativamente corta, de alrededor de 6 meses.

Algunos jóvenes, debido a limitaciones económicas, no pueden continuar sus estudios después de la educación secundaria. Para ellos, sería interesante crear un curso de capacitación en cultivo de langostinos y biotecnologías aplicadas al cultivo de langostinos de una duración relativamente corta, de alrededor de 6 meses. Se dictaría en una universidad, en alianza con empresas de producción acuícola y laboratorios.

Con esta formación, los jóvenes participantes tendrían más ventajas competitivas en el mercado laboral y permitirían a las empresas implementar innovaciones productivas, lo que actualmente es difícil para los trabajadores no capacitados. Esta capacitación teórica y práctica se puede diseñar y llevar a cabo como parte de un proyecto SFOCA del PNIPA.

8.6 Trabajadores especializados en cultivo de langostinos

La educación continua debe ser una constante en la industria del langostino, para que los trabajadores accedan a conocimientos y nuevas habilidades que incentiven la innovación en las empresas. Podría darse en periodos cortos de 2 a 3 días cada trimestre. Esta capacitación teórica y práctica se puede diseñar y llevar a cabo como parte de un proyecto SFOCA del PNIPA.

En este contexto, también sería posible organizar cursos de capacitación para jóvenes en situaciones difíciles, en particular para aquellos que están en prisión por un período corto luego de un delito menor. A esos jóvenes les podría resultar mucho más fácil obtener un contrato al salir de la

cárcel y tener una posibilidad mayor de reinsertión social.

Un experimento de este tipo se ha llevado a cabo con éxito en Ecuador con jóvenes de la calle y personas del Centro de Rehabilitación de Guayaquil, demostrando que esas personas pueden convertirse en excelentes trabajadores para el sector langostinero. La existencia de un centro penitenciario en Puerto Pizarro, con un programa CEPRO, constituye un marco adecuado para implementar esta iniciativa. Además, las compañías locales han mostrado interés por participar, siendo una buena opción para abordarse a través del proyecto SFOCA del PNIPA.

8.7 Espacios de popularización para el cultivo de langostinos

El futuro del Perú en I&D+i para el cultivo de langostinos dependerá en gran medida de la disponibilidad de profesionales bien preparados y, en consecuencia, de la popularización de estas actividades productivas y de la investigación científica para atraer a los jóvenes desde una edad temprana.

Esto lleva a proponer que los gobiernos regionales y las direcciones regionales de educación desarrollen programas para niños, sobre temas relacionados al cultivo del langostino. Una iniciativa fácil de estructurar puede ser la "granja pedagógica del langostino", abierta durante la semana para escolares y para familias durante el fin de semana.

Se está llevando a cabo un experimento en el Centro de Educación Biotecnológica

Acuícola de Puerto Pizarro (CEBAP) con la posibilidad de que los niños interactúen con científicos, en particular estudiantes de maestría en biotecnologías moleculares de UNT-IncaBiotec. Este centro tiene un espacio de acuario que podría disponer para una trabajar una experiencia de innovación educativa.

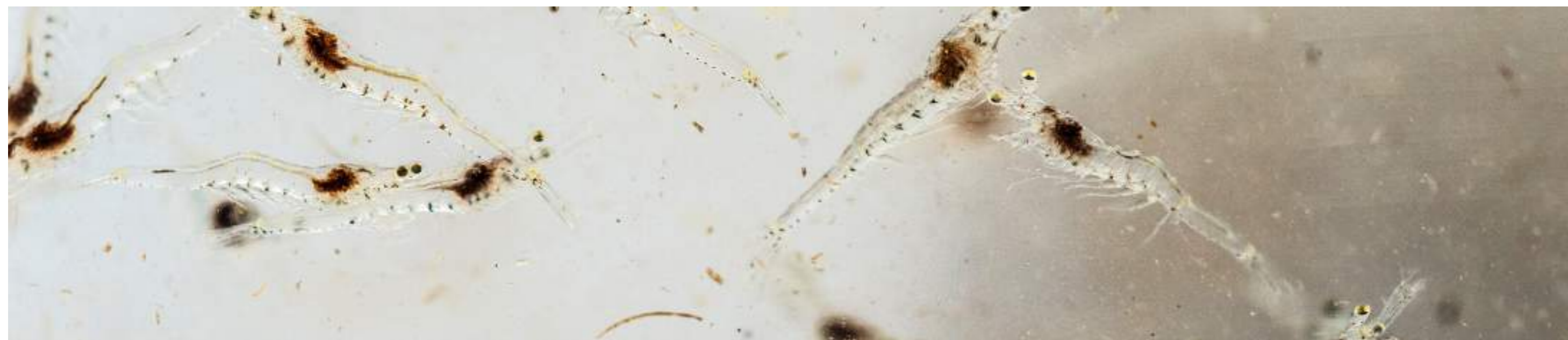
Además, se está realizando un trabajo de tesis de la Maestría en Biotecnologías Moleculares, que consiste en el desarrollo de un programa de actividades educativas en educación inicial, primaria y secundaria para descubrir la acuicultura, incluida la cría de langostinos y las biotecnologías acuícolas.

8.8 Formación de las comunidades de zonas costeras desérticas

Como se explicó anteriormente, el crecimiento del cultivo de langostinos en Perú podría estar relacionado en gran medida con el desarrollo de sistemas de micro-unidades familiares en cultivos trifásicos hiperintensivos.

Por lo tanto, será necesario planificar programas de capacitación vinculados a planes de financiamiento. Inicialmente, para familias en comunidades de zonas costeras desérticas interesadas en una nueva actividad generadora de ingresos y, posteriormente, para familias pobres migrantes que se sienten atraídas por esta oportunidad económica. Estos cursos de capacitación podrían organizarse localmente con una unidad piloto pedagógica y experimental.

.....
El crecimiento del cultivo de langostinos en Perú podría estar relacionado en gran medida con el desarrollo de sistemas de micro-unidades familiares en cultivos trifásicos hiperintensivos





9 CONSTRUCCIÓN DEL POLO DE INVESTIGACIÓN PÚBLICO PRIVADO PARA LA CADENA DEL LANGOSTINO

La política peruana para el desarrollo de la investigación científica se caracteriza por la promoción de alianzas y colaboraciones entre los sectores público y privado, lo que se refleja en particular en la financiación de proyectos mediante mayores tasas de subsidio no reembolsables, a través de alianzas entre la oferta y demanda de servicios de innovación. Sin embargo, queda mucho por hacer para optimizar los recursos humanos, la infraestructura y el equipo buscando una sinergia global. Esta podría ser la misión de una alianza entre la Sociedad Nacional de Acuicultura (SNA), la academia -representada, entre otras, por la Universidad Nacional de Tumbes- e instancias de gobierno nacional y regional.

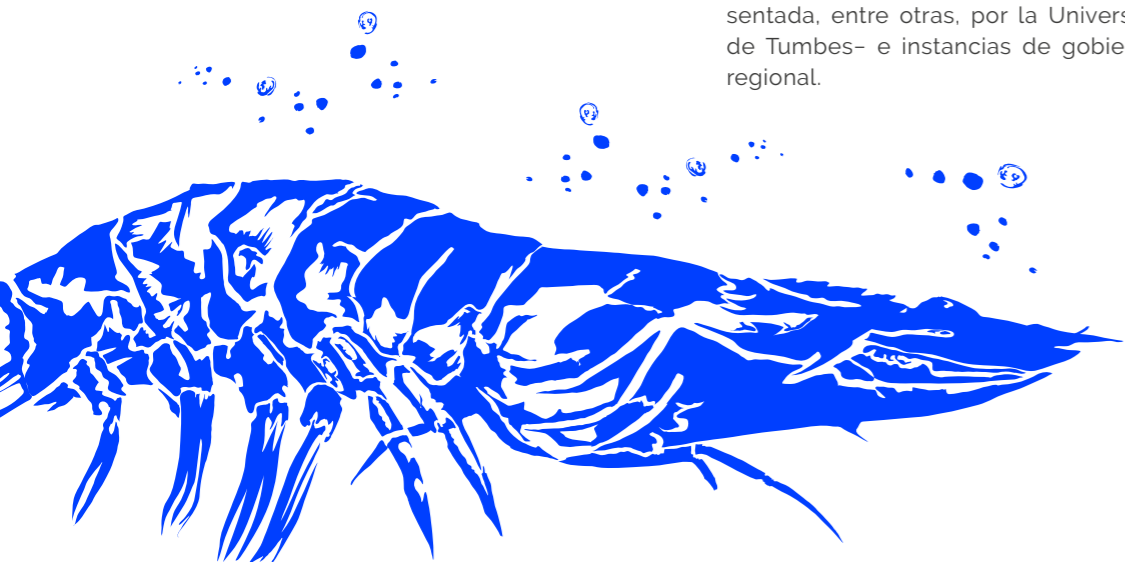
Tumbes, donde están la mayoría de las empresas del sector langostinero, debería convertirse en un polo de I&D+i para el sector langostinero peruano, siendo la proximidad con Ecuador una ventaja para desarrollar programas binacionales en I&D+i. Un esfuerzo concertado para construir el "ambiente habilitador" de manera sistemática requerirá el apoyo del más alto nivel de decisión política y económica.

9.1 Espacios e infraestructuras experimentales públicas y privadas

Se debe realizar un inventario exhaustivo y una descripción detallada de los espacios e infraestructuras experimentales públicos y privados existentes.

Como ha ocurrido en los países con una larga trayectoria en I&D+i en acuicultura, es necesario crear rápidamente un espacio con infraestructuras experimentales cuya gestión sea asumida conjuntamente por el sector público y privado. Un proyecto urgente para el sector es la creación del Centro Nacional para el Mejoramiento Genético del Langostino (CNMGL), que debería asociarse con un centro de patología e inmunología experimental con dispositivos de bioseguridad, de nivel internacional.

La gestión de este centro podría ser público-privada, bajo los auspicios de la SNA, con un presupuesto proveniente de la comercialización de larvas de nauplios libres de patógenos (SPF: Específico libre de patógenos) y luego mejorar genéticamente de forma progresiva. Con la creación del CNMGL, la certificación de los animales reproductores se tornaría un servicio central, basado en análisis de espectrometría de doble masa MALDI-TOF /TOF para detectar todo tipo de patógenos conocidos o nuevos. La concreción del CNMGL evitaría la introducción constante de patógenos con larvas importadas de Ecuador, para las cuales las operaciones de certificación para animales reproductores no son confiables.



9.2 Red de laboratorios de investigación público-privados para productos de acuicultura

También se debe realizar un inventario exhaustivo y una descripción detallada de los laboratorios de investigación y los equipos públicos y privados existentes, con la perspectiva de crear la Red nacional y regional de laboratorios para productos hidrobiológicos.

Como ocurre con los países con una larga trayectoria en I&D+i en acuicultura, Perú requiere un laboratorio con todos los equipos de biología molecular y biotecnologías ómicas, virología, etc., lo que representa una inversión de unos diez millones de dólares. Dicho laboratorio podría ser

financiado por el sector privado en virtud de acuerdos fiscales como "obras fiscales". Este laboratorio podría instalarse en un campus universitario y ser administrado conjuntamente por actores públicos y privados bajo los auspicios de la SNA. Este laboratorio sería utilizado por todos los estudiantes en la formación doctoral y formal.

También podría usarse para estructurar un CITE en langostinos que, en interacción con el ITP, proporcionaría todos los servicios para el sector (diagnóstico, producción de probióticos, etc.). Por lo tanto, es posible tener un equipo interinstitucional de I&D+i.

9.3 Nuevas modalidades de financiación de I&D+i

Los principales países productores de langostino que son líderes en I&D+i tienen métodos de financiamiento que, generalmente, se sustentan en presupuestos establecidos de manera plurianual y, en parte, en financiamiento variable correspondiente a licitaciones para subvencionar proyectos.

Probablemente, Perú tendrá que imaginar una financiación estable y garantizado durante varios años para I&D+i en la cría de langostinos, que podría provenir de los gravámenes sobre las exportaciones de langostinos. Esto debería complementar los actuales esquemas de financiamiento

vía concurso de proyectos, como los que impulsa el PNIPA y otras instituciones.

Otras fuentes de financiamiento pueden encontrarse en esquemas como la Ley 30309 -que facilita la desgravación de impuestos-, o el mejor aprovechamiento del canon que reciben los gobiernos regionales, hoy usado de manera ineficiente. No se debe olvidar la gran oportunidad que se abre, en la implementación de convenios de cooperación internacional con equipos de científicos de la Unión Europea y países de la región.

9.4 Esquema de estructuración de un polo científico sobre el langostino en Tumbes-Piura

A partir de las experiencias exitosas en el fomento de la innovación en diversos países, destaca la necesidad de contar con un "entorno habilitante", como el que está empeñado en impulsar el PNIPA, particularmente a través de su proyecto Mejoramiento de la gobernanza de la innovación del sector acuícola y pesquero.

sociedad nacional, el profundo compromiso del sistema educativo medio superior y superior con la C+DT+I y el fomento de una cultura de cooperación interinstitucional. Igualmente, es muy importante promover el acercamiento entre la academia, las empresas y los productores de pequeña escala, así como la formación masiva programada de investigadores y tecnólogos.

Es importante, también, promover una cultura científica y de emprendimiento en la

Figura 37

¿Qué se requiere para estimular la innovación en un país?



Nota: <https://www.pnipa.gob.pe/wordpress/PDF/Libros/LIBRO-TALLER-INTERNACIONAL.pdf>



Gráficos y tablas

Tabla 1. Delimitación del alcance del estudio prospectivo

Tabla 2. Área de estanque para langostino, producción y productividad promedio del cultivo intensivo en 16 países, 2015

Tabla 3. Veinte primeros países exportadores de la partida 030617 al año 2019

Tabla 4. Principales países exportadores de Langostinos, todos los tipos (en miles de t)

Tabla 5. Principales países importadores de Langostinos, todos los tipos (en miles de t)

Tabla 6. Distribución de derechos para actividad acuícola en langostinos, por categoría productiva y departamento

Tabla 7. Cosecha de langostino en Perú según departamento y ámbito. 2017

Tabla 8. Propuesta de programa de alimentación con alimentos de la marca Aquatech

Tabla 9. Características de los sistemas de cultivo de langostino

Tabla 10. Características claves del sistema semiintensivo en Perú

Tabla 11. Características claves del sistema intensivo en Perú

Tabla 12. Características claves del mercado internacional para el langostino peruano

Tabla 13. Comparación de venta directa con venta a través de intermediarios

Tabla 14. Características de la cultura de negocio por zona geográfica

Tabla 15. Barreras del sector acuícola peruano

Tabla 16. Desafíos identificados en el sector acuicultura

Tabla 17. Descripción de limitaciones identificadas por eslabón

Tabla 18. Descripción de oportunidades identificadas por eslabón

Tabla 19. Identificación de factores críticos

Tabla 20. Cuadro de comparación por países

Tabla 21. Definición de factores críticos para el análisis prospectivo

Tabla 22. Tendencias globales que influyen en la acuicultura

Tabla 23. Temas de producción actuales en el cultivo del langostino

Tabla 24. Identificación de variables e indicadores por cada factor

Tabla 25. Resumen de escenarios para la cadena del langostino

Tabla 26. Parámetros óptimos de calidad del agua para el cultivo semi-intensivo del langostino

Tabla 27. Agenda de innovación para el langostino

Tabla 28. Líneas de investigación y proyectos potenciales

Tabla 29. Ejemplos de publicaciones científicas ómicas asociadas a langostinos (2019)

Tabla 30. Código genético

Figura 1. Proceso metodológico para la propuesta de líneas de I&D+i para la cadena de langostino en Perú

Figura 2. Principales participantes en la elaboración del estudio

Figura 3. Evolución de la producción mundial de langostino blanco (*Litopenaeus Vannamei*), 2009-2018 (t)

Figura 4. Principales países productores de *Litopenaeus vannamei* (t) 2009-2018

Figura 5. Importaciones mundiales en el 2016

Figura 6. Producción de Langostinos en Perú 2009-2018 (t)

Figura 7. Distribución regional de los derechos acuícolas para el cultivo del langostino

Figura 8. Exportación de Langostino proveniente de la acuicultura periodo 2009-2018 (t)

Figura 9. Principales destinos de exportación de Langostino del Perú, por Continente al año 2018

Figura 10. EParticipación del valor exportado de las partidas de exportación de Langostino congelado en el periodo 2012-2019 (%)



Figura 11. Principales destinos de exportación de langostinos congelados por partidas nacionales

Figura 12. Importaciones de langostino en el Perú (kg y tasa de crecimiento anual) 2012-2017

Figura 13. Balanza Comercial de Langostino en el Perú (Miles de USD \$ FOB). 2012-2019

Figura 14. Precio promedio por kilo en las exportaciones de Langostino (USD \$/Kg)

Figura 15. Eslabones y procesos de la cadena productiva del Langostino

Figura 16. Cadena de valor global del langostino

Figura 17. Modelo general del ciclo de producción del langostino (*Penaeus vannamei*)

Figura 18. Ciclo general de crecimiento del langostino

Figura 19. Características de la producción semiintensiva e intensiva del langostino en Perú

Figura 20. Fotografía satelital del área geográfica del Campo Rodas, Canela de Marinasol

Figura 21. Fotografía satelital del área geográfica de Ecoacuicola S.A.C.

Figura 22. Entorno organizacional de la cadena del langostino

Figura 23. Funciones de las direcciones de la DGA

Figura 24. Los factores críticos identificados para la cadena del langostino

Figura 25. Principales datos de la industria de langostino en Ecuador

Figura 26. Mapa de Vietnam que muestra la ubicación del río Delta Mekong

Figura 27. Principales destinos de exportación de Vietnam según partida 030617

Figura 28. Comparación de factores por países

Figura 29. Comparación de escenarios para la cadena de langostino

Figura 30. Bioseguridad en acuicultura

Figura 31. Publicaciones científicas del 2019 sobre *shrimp*, según temas

Figura 32. Publicaciones científicas sobre microbiota y metagenómica según especies y años

Figura 33. Carátula del artículo científico sobre el genoma del *Litopenaeus vannamei*

Figura 34. Publicaciones científicas sobre genómica

Figura 35. Publicaciones científicas sobre genómica

Figura 36. Dogma central de la biología molecular

Figura 37. ¿Qué se requiere para estimular la innovación en un país?



Bibliografía

Alvarado Sánchez , M. d. (2017). *Comercio internacional y acuicultura: caso del camarón en Ecuador. Tesis de Maestría.* Quito, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5510/1/T2198-MRI-Alvarado-Comercio.pdf>

Acebo Plaza, M., Álvarez, M., Marcillo, F., Rodríguez, J., & Menéndez, S. (2018). *Industria de Acuicultura: Orientación estratégica para la toma de decisiones.* Estudios Industriales, ESPAE Graduate School of Management de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Obtenido de http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2018/01/ei_acuicultura.pdf

Alió, J., Bravo, L., Lucas, A., & Mieles, E. (2015). *Educación en Acuicultura en el Ecuador. 1er Foro de Acuicultura de Imbabura* (pág. 14). Ibarra: Instituto de Postgrado de la Universidad Técnica del Norte. Obtenido de [http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4980/2/Anejo %20-%20Memorias.pdf](http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4980/2/Anejo%20-%20Memorias.pdf)

Aqua. (2018, 29 de mayo). *Alimento para peces: Nadando en buenas aguas.* Obtenido de Aqua: <http://www.aqua.cl/reportajes/alimento-peces-nadando-buenas-aguas/>

Aqua. (2018, agosto). Vía aérea: El salmón fresco aterriza en Asia. *Aqua*(217), 24-26. Obtenido de https://issuu.com/revistamch/docs/aqua_217

Aquacultura. (2013, julio-agosto). Unidos en un solo esfuerzo. *Aquacultura*(98), 54. Obtenido de https://issuu.com/revista-cna/docs/aqua_cultura_98/54

Aquahoy. (2017, 6 de abril). *El IIAP aplica con éxito el método de "sexaje" del paiche en la Amazonía Peruana.* Obtenido de AquaHoy: <https://www.aquahoy.com/noticias/peces/28925-el-iiap-aplica-con-exito-el-metodo-de-sexaje-del-paiche-en-la-amazonia-peruana>

Artigas, W., Useche, M., & Queipo, B. (2017, enero). Sistemas nacionales de ciencia y tecnología de Venezuela y Ecuador. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 19(1), 168-187. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6219228.pdf>

ASOTEP. (2018, 4 de noviembre). *Asociación de Terminales Portuarios Privados del Ecuador.* Obtenido de <http://www.asotep.org/nosotros.php>

Associates, C. E. (2018). *Shrimp Aquaculture Landscape.* Obtenido de <https://www.sustainablefish.org/Media/Files/SR-Documents/Shrimp-Aquaculture--Asia-Farmed-Shrimp-SR> Autoridad para el Desarrollo de las Exportaciones de Productos. (2016). *Reporte Anual del MPEDA 2015-2016.* Kochi.

Banco Mundial. (2002). Estudio de casos: Financiación del Banco Mundial a la Camaronicultura en América Latina. Obtenido de <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/financiacion-del-banco-mundial.pdf>

Banco Mundial. (2016). *Proyecto de reconversión de la educación técnica y tecnológica superior pública (P157425).* Banco Mundial. Obtenido de <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/183891490290574471/pdf/PAD1970-SPANISH-23-3-2017-12-48-56-PADEcuadorSENESCYTP-CASTELLANO.pdf>

Barrera, S. (2018, 27 de abril). Desarrollo del sector acuícola del Ecuador expuesto en Simposio Nicovita 2018. *Actores Productivos.* Recuperado el 10 de noviembre de 2018, de <http://actores-productivos.com/2018/04/27/desarrollo-del-sector-acuicola-del-ecuador-expuesto-en-simp-sio-nicovita-2018/>

Berger, C. (2015, 26 de agosto). La Acuicultura, una opción producida de trascendencia. Obtenido de <https://www.snp.org.pe/la-acuicultura-una-opcion-productiva-de-trascendencia-2/>

Berger, C. (2015, 26 de agosto). La acuicultura, una opción productiva de trascendencia. Obtenido de www.snp.org.pe/la-acuicultura-una-opcion-productiva-de-trascendencia-2/

Bernabé Argandona, L. (2016). Sector Camaronero: Evolución y proyección a corto plazo. (F. Opina, Ed.) 87, 2-7.

BioMar. (2015, abril). *biomar.com.* Recuperado el 3 de 11 de 2018, de http://www.biomar.com/globalassets/global/pdf-files-_en/biomar-sourcing-policy.pdf

BioMar. (2018, 3 de noviembre). *biomar.com/sustentabilidad.* Obtenido de <http://www.biomar.com/es-cl/ecuador/sustentabilidad/>

Bui Van, T., & Le Bao, T. (2018, junio). The Sustainable Shrimp Supply Chain in the Mekong Delta, Vietnam. *International Journal of Advance Scientific Research and Management*, 2(6), 84-90. Obtenido de http://ijasrm.com/wp-content/uploads/2017/06/IJASRM_V2S6_277_84_90.pdf

CAA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Autoridad de Acuicultura Costera: http://www.caa.gov.in/about_caa.html

CAA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Granjas autorizadas para el cultivo de Langostino: <http://www.caa.gov.in/uploaded/doc/Farms%2022-03-2018.pdf>

California Environmental Associates. (2018). *Shrimp Aquaculture Landscape.* Obtenido de <https://www.sustainablefish.org/Media/Files/SR-Documents/Shrimp-Aquaculture--Asia-Farmed-Shrimp-SR>

Calle Sarango, J. L. (2015). *Evaluación de dos alimentos balanceados, Nicovita y Aquaxcel en la fase de pre-cría de Litopenaeus vannamei (Boone 1931) "Langostino blanco", en la empresa ecoacuicola SAC, Piura-Perú.* Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura.



Calvo Cabezas, M. B. (2017). Análisis de la variación de costos de producción en las empresas camaroneras ecuatorianas y su incidencia en las exportaciones del producto en el periodo 2013-2016. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*, 130.

Camacho Fernández, M. A., & Quezada Arguello, E. J. (2016). Medición del impacto de las exportaciones del sector camaronero y su incidencia en la balanza de pagos del Ecuador periodo 2007-2014. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*, 209. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5425/1/T-UCSG-PRE-ECO-CECO-99.pdf>

Cámara Nacional de Acuicultura. (2018, 3 de noviembre). *cna*. Obtenido de <https://www.cna-ecuador.com/>

Cámara Nacional de Acuicultura. (2018, octubre). Eliminación del Ministerio de Acuicultura y Pesca genera dudas a los sectores productivos involucrados. (S. Suasnavas, Ed.) *Aquicultura*(125), 10-11. Recuperado de <http://www.cna-ecuador.com/revista-acuicultura/>

Cámara Nacional de Acuicultura. (2018, 23 de julio). Iniciativa Ecuatoriana de Sostenibilidad camaronera recibirá el apoyo de la Unión Europea. *Cámara Nacional de Acuicultura*. Obtenido de <https://www.cna-ecuador.com/iniciativa-ecuatoriana-de-sostenibilidad-camaronera-recibira-el-apoyo-de-la-union-europea/>

Cámara Nacional de Acuicultura. (2018, junio). Sustainable Shrimp Partnership (SSPP) de Ecuador fue apreciado en Noruega. *Cámara Nacional de Acuicultura*. Obtenido de <https://www.cna-ecuador.com/sustainable-shrimp-partnership-ssp-de-ecuador-fue-apreciado-en-noruega/>

Cámara Nacional de Pesquería. (2018, 3 de noviembre). En: <https://camaradepesqueria.com/> Cárdenas Rivas, R. M. (2004). Evaluación del amaranto y la quinua como fuentes reemplazantes a la harina de pescado en dietas para juveniles *Litopenaeus vannamei*. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*, 85. Obtenido de http://www.cenaim.espol.edu.ec/sites/cenaim.espol.edu.ec/files/04_rcardenas.pdf

Carreiro, C. R., Furtado-Neto, M. A., Mesquita, P. E., & Bezerra, T. A. (2011). Sex determination in the Giant fish of Amazon Basin, *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes, Arapaimatidae), using laparoscopy. *Acta Amazónica*, 41(3), 415-420. Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/aa/v41n3/a12v41n3.pdf>

Castellanos Domínguez, O. F., Torres Piñeros, L. M., & Domínguez Marínez, K. P. (2009). *Manual Metodológico para la Definición de Agendas de Investigación y Desarrollo Tecnológico en cadenas productivas Agroindustriales*. (M. d. Rural, Ed.) Bogotá, Colombia: Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad - BioGestión .

CBIC. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Junta Central de Impuestos y Aduanas Indirectas: <http://www.cbic.gov.in/htdocs-cbec/whoweare/whoweare?pageID=1-1>

CEPAL. (2015). *Diagnóstico de la Cadena Productiva de la Maricultura en el Ecuador*. Obtenido de <https://www.vicpresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Resumen-Cadena-de-Maricultura-2.pdf>

Changoluisa, D., & Sánchez, E. (2016). Análisis de la demanda internacional de quitosano a base de camarón. *Universidad de las Fuerzas Armadas*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12276/1/T-ESPE-053451.pdf>

Chavez Anton, H., & Zurita Herrera, G. (2000). Análisis Estadístico de la Producción Camaronera del Ecuador. (E. S. Litoral, Ed.) Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2139/1/4218.pdf>

Climapesca. (2018, 26 de enero). Perspectiva de la producción camaronera de cultivo, 2018. *climapesca.org*. Obtenido de <http://climapesca.org/2018/02/05/perspectiva-de-la-produccion-camaronera-de-cultivo-2018/>

Commissioner Fisheries. (2017). *Development of Shrimp Aqua Culture*. Gujarat: Government of Gujarat.

Córdova Zapata, J. S., & Zurita Nuñez, M. (2013). Análisis del Sector Camaronero y el Mercado de Valores Ecuatoriano periodo 2006 - 2011. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6112/T-PUCE-6349.pdf?sequence=1>

Cultivo semi-intensivo de *L. vannamei*. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Seafood Trade Intelligence Portal: <https://seafood-tip.com/sourcing-intelligence/countries/india/shrimp/semi-intensive-l-vannamei/>

DADF. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Departamento de cultivo de animales, ganadería y pesquería: <http://dadf.gov.in/about-us/about-department>

DADF. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Institutos de pesca bajo el control del DADF: <http://dadf.gov.in/about-us/divisions/fisheries>

DADF. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Desarrollo Pesquero: <http://dadf.gov.in/about-us/divisions/fisheries>

Daly, J., & Fernandez-Stark, K. (2018). *Belize in the shrimp Global Value Chains*. Duke Global Value Chains Center, Duke University.

Daniel, J., Kanwar, A., & Uvalic-Trumbic, S. (2009, marzo). *Change. The magazine of Higher Learning*. Recuperado de <http://www.changemag.org/Archives/Back%20Issues/March-April%202009/full-iron-triangle.html>

DELBANK. (2004). *El sector camaronero*. Obtenido de <http://www.delbank.fin.ec/ARCHIVOS%20DE%20MANUALES/manuales%20de%20riesgos/ESTUDIO%20SECTOR%20CAMARON.doc>

DGFT. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Dirección General de Comercio Exterior: <http://dgft.gov.in/about-us/about-dgft>

DISA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Asociación para el Desarrollo de una Acuicultura Integrada y Sostenible: <https://www.ifbagro.in/disa>



Echevarría Cavalie, F., Guillinta García, E. W., Sifuentes Vásquez, M. d., & Zapata Petrov, S. R. (2018). Planeamiento estratégico para la Región Loreto. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 168. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/12580/ECHEVARRIA_GUILLINTA_PLANEAMIENTO_LORETO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

educarplus.com. (2018, febrero) *Listado de Universidades del Ecuador clasificadas pro categoría*. Obtenido de <https://educarplus.com/2018/02/listado-de-universidades-del-ecuador-clasificadas-por-categoria.html>

EIC. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Consejo de Inspección para la Exportación: <https://eicindia.gov.in/About-EIC/About-US/Default.aspx>

El Comercio. (2018, 6 de setiembre). Industriales todavía dependen del diésel en el Ecuador. *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/industriales-ecuador-dependencia-diesel-subsidio.html>

El Telégrafo. (2018, 20 de setiembre). Gobierno crea Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones. *ElTelégrafo*, pág. 1.

Engle, C. R. (2018, febrero). Aquaculture Research Priorities for the Next Decade: A Global Perspective. (M. Slater, & L. D'abramo, Edits.) *Journal of the world aquaculture society*, 49(1). doi:10.1111/jwas.12503

Enriquez, C. (2018, 23 de julio). USD 148 000 para impulsar el sector camaronero. *Revista Lideres*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/impulsar-sector-camaron-exportacion-economia.html>

EP PETROECUADOR. (2018, 8 de diciembre). *www.eppetroecuador.ec*. Obtenido de <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=218>

Erazo Maldonado, E. C. (2002). Mapeo genético en camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*, 69.

ESPAE-ESPOL. (2018). *Industria de Acuicultura: Orientación estratégica para la toma de decisiones*. ESPAE Graduate School of Management de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. ESPAE - ESPOL. Obtenido de http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2018/01/ei_acuicultura.pdf

Espinoza Estrella, B. (2016). *Desarrollo Tecnológico para Ecuador: Infraestructura Nacional para la promoción de la transferencia, el desarrollo tecnológico y la innovación*. Quito: Subsecretaría de innovación y transferencia de tecnología.

FAO. (2005). *Visión general del sector acuícola nacional - Ecuador*. Obtenido de http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_ecuador/es#tcN70070

FAO. (2015). Visión general de la legislación acuícola nacional. Obtenido de http://www.fao.org/figis/pdf/fishery/legalframework/nalo_ecuador/es?title=FAO%20Fisheries%20%26%20Aquaculture%20-%20Visi%F3n%20general%20de%20la%20legislaci%F3n%20acu%EDcola%20nacional%20-%20Ecuador

FAO. (2018). *El Estado mundial de la pesca y acuicultura. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/i9540es/i9540es.pdf>

FAO. (2018). *Globefish Highlights. A Quarterly update on world seafood markets. 2nd issue 2018*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/BU674EN/bu674en.pdf>

Fernandez, J., & Briones, L. (2005). Estudio de la Cadena Productiva del Salmón, a través de un Análisis Estratégico de costos.

Ferreira, G. C. (2016). Competitividade da cadeia produtiva do Arapaima gigas, o pirarucu da Amazônia brasileira. 101.

Fish Information & Services. (2018). ASOEXPEBLA -Asociación de Exportadores de Pesca Blanca del Ecuador. Recuperado el 3 de noviembre de 2018, de https://fis.com/fis/companies/details.asp?l=s&filterby=companies=&country_id=ec&page=3&company_id=19806&submenu=info

FLASCO-MIPRO. (2011). *Análisis sectorial de MIPYMES-Procesamiento de camarón para exportación (R6 y R2)*. Flasco. Ecuador. Obtenido de <https://www.flasco.edu.ec/portal/pnTemp/Page-Master/v1h0ohbg78sb6mncmkr5w3mwji4ep.pdf>

Garcés, J. (2019, 7 de enero). 2018: Exportaciones de salmón chileno anotan US\$ 5.157 millones. Obtenido de Salmon expert: <https://www.salmonexpert.cl/article/2018-exportaciones-de-salmon-chileno-anotan-us-5157-millones/>

García Zavala, C. A. (2017). *Otención de Qitosano a partir de exoesqueleto de langostino blanco (Litopenaeus Vannamei), para el tratamiento de efluentes industriales*. Pimentel, Perú: Universidad Señor de Sipán. Universidad Señor de Sipán.

GLOBAL PETROL PRICES. (2018, 8 de diciembre). *es.globalpetrolprices.com*. Obtenido de https://es.globalpetrolprices.com/diesel_prices/

Godínez Siordia, D. E., González Ochoa, O., Hernández Díaz, A., García Triana, A., Gamboa Delgado, J., Arce Ibarra, J. G., & Godínez Siordia, E. M. (2012). PRINCIPALES PATÓGENOS VIRALES DE CAMARÓN EN AMÉRICA Y SU RELACIÓN CON AMBIENTES DE BAJA SALINIDAD. *Ra Ximhai*, 61-69. Obtenido de http://uaim.edu.mx/webaximhai/Ej-25aarticulosPDF/6.-%20PRINCIPALES%20PATOGENOS%20VIRALES%20DE%20CAMARON-Daniel_Oscar_Arnulfo_Antonio_Julian_Jose_Erick.pdf

González, J. (2018, 16 de octubre). Pro Ecuador pasará a ser un Viceministerio, según ministro Pablo Campana. *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/pro-ecuador-viceministerio-campana-declaraciones.html>

Governo do Brasil. (2017, enero). *Produção de peixes no Brasil cresce com apoio de pesquisas da Embrapa*. Obtenido de Gobierno do Brasil: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/01/producao-de-peixes-no-brasil-cresce-com-apoio-de-pesquisas-da-embrapa>

Guevara, M., & Alfaro, R. (2012, agosto). Patógenos introducidos al Perú en post larvas de *Litopenaeus vannamei* importadas. *Revista Peruana de Biología*, 19(2). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332012000200009



Harkell, L. (2018, 8 de febrero). *Indian shrimp firms use technology, farm engagement to improve sustainability*. Obtenido de Under current news: <https://www.undercurrentnews.com/2018/02/08/indian-shrimp-firms-use-technology-farm-engagement-to-improve-sustainability/>

Herrera Gonzáles, L. A., & Solórzano Neira, G. A. (2017). Planteamiento de una alternativa energética renovable para el sistema de bombeo de agua en las camaronas del Ecuador enfocado en el consumo de diésel y su impacto ambiental. 278. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17480/1/CD-7980.pdf>

ICAR-CIBA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Instituto Central de Acuicultura de Agua Salobre: <http://www.ciba.res.in/index.php/aboutus/about-institute>

ICAR-CIFA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Instituto Central de Acuicultura de Agua Dulce: <http://cifa.nic.in/>

ICAR-NBFG. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Oficina Nacional de Recursos Genéticos de Peces: <http://www.nbfg.res.in/en/page/history>

ICAR-NRFC. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Repositorio Nacional de Líneas de Peces: <http://mail.nbfg.res.in/nrfc/>

INEC. (sf). *Principales Indicadores de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación 2012-2014*. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censo. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Ciencia_Tecnologia-ACTI/2012-2014/presentacion_ACTI.pdf

INP. (2017). *Informe de Rendición de Cuentas 2017*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Pesca.

INP. (2017). *Laboratorio Registradas y Aprobadas*. Guayaquil, Ecuador: Instituto Nacional de Pesca.

Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (2018, 3 de noviembre). *proecuador.gob.ec*. Obtenido de <https://www.proecuador.gob.ec/>

Instituto Nacional de Pesca, (2018, 3 de noviembre). *institutopesca.gob.ec*. Obtenido de <http://www.institutopesca.gob.ec/>

Institutos Superiores Tecnológicos. (2018, 27 de noviembre). *Carreras: Tecnología en Acuicultura*. Obtenido de <http://www.senescyt.gob.ec/Institutos/carreras.html>

ITP. (2017). *Pienso para paiche - Arapaima gigas*. Boletín de Vigilancia Tecnológica: Acuicultura, Intituto Tecnológico de la Producción, Lima. Obtenido de https://www.itp.gob.pe/archivos/vtic/ACUICULTURA_001-2017.pdf

ITP. (2019). *CITEacuícola Ahuashiyacu*. Obtenido de [itp.gob.pe: https://www.itp.gob.pe/nuestros-cite/pesquero-y-acuicola/citeacuicola_ahuashiyacu/](https://www.itp.gob.pe/nuestros-cite/pesquero-y-acuicola/citeacuicola_ahuashiyacu/)

JICA. (2016). *Chile's Salmon Industry: Policy Challenges in Managing Public Goods*. (A. Hosono, M. Iizuka, & J. Katz, Edits.). Japón: Springer. doi:10.1007/978-4-431-55766-1

Lalaleo Córdova, L. P. (2010). Desarrollo de un método para la obtención de quitosano a partir de caparazones de camarón, utilizando un agente reductor químico. *Universidad Técnica de Ambato*, 144. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1093/3/BQ1%20Ref.%203332.pdf>

Laniado R., R. (2017). *Análisis de precios de camarón blanco en el mercado*. Lima, Perú: AquaExpo-SONGA.

Lima, A. F., & et. al. (2017). *Alevinagem, recria e engorda do pirarucu*. Brasilia, Brasil: Embrapa.

López Zavala, J., & Soto Mendoza, V. (2013). Plan estratégico de marketing para la empresa LOMACRAL productora de larvas de camarón en la península de Santa Elena. *Ecuador: Universidad Técnica Salesiana*, 105. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5259/1/UPS-GT000460.pdf>

López-Alvarado, J., Ruiz, W., & Moncayo, E. (2014). Desarrollo de la maricultura en el Ecuador: Situación actual. *Ciencias del Mar y Limnología*, 16.

MAP. (2018, noviembre). Chile y Ecuador firman convenio de cooperación pesquera y acuícola. *Ministerio de Acuicultura y Pesca*. Obtenido de <http://www.acuiculturaypesca.gob.ec/subpesca132-chile-y-ecuador-firman-convenio-de-cooperacion-pesquera-y-acuicola.html>

MAPA. (2016, 9 de setiembre). *El mercado está para el pescado nativo*. Obtenido de agricultura.gov.br: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/o-mercado-esta-para-peixe-nativo>

Marriott García, F. (2003, junio). Análisis del sector camaronero. *Apuntes de Economía*(29), 60.

Mereghetti, M. (2018, 8 de enero). Empacadores de camarón ecuatoriano inician exportaciones brasileñas. *Undercurrent news*. Obtenido de <https://www.undercurrentnews.com/2018/01/08/ecuadorian-shrimp-packers-start-exports-to-brazil/>

Ministerio de Acuicultura y Pesca. (2018, 3 de noviembre). *acuiculturaypesca.gob.ec*. Obtenido de <http://www.acuiculturaypesca.gob.ec/>

Ministerio de Comercio Exterior e Inversiones. (2018, 3 de noviembre). *comercioexterior.gob.ec*. Obtenido de <https://www.comercioexterior.gob.ec/>

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2004). *Perú: Plan Estratégico Nacional Exportador 2003-2013. Plan Operativo exportador de Pesca y Acuicultura*. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.

Ministerio de Industrias y Productividad. (2018, 3 de noviembre). *industrias.gob.ec*. Obtenido de <https://www.industrias.gob.ec/>

Ministerio de la Producción. (2009). *Plan Nacional de Desarrollo Acuícola*.

Ministerio de la Producción. (2012). *Programa Nacional de Ciencia, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Acuicultura 2013 -2021*. Lima.



Ministerio de la Producción. (2017). Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2016.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2018, 4 de noviembre). *Subsecretaría de Puertos y Transporte Marítimo y Fluvial*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/puertos-y-transporte-maritimo-y-fluvial/>

Ministerio del Ambiente. (2017). *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático* MAE. Obtenido de http://www.ec.undp.org/content/dam/ecuador/docs/documentos%20proyectos%20ambiente/pnud_ec_TERCERA-COMUNICACION-%20cambio%20clim%C3%A1tico%20WEB.pdf

Ministerio del Ambiente. (2018, 3 de noviembre). *ambiente.gob.ec*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec>

Ministerio del Ambiente. (2018, 3 de noviembre). *Proyecto Regulación de Camaroneras*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/proyecto-regularizacion-de-camaroneras/>

Ministerio del Ambiente. (2018, 3 de noviembre). *Sistema Único de Información Ambiental*. Obtenido de <http://snia.ambiente.gob.ec:8090/indicadoresambientales/pages/welcome.jsf>

Ministry of Commerce and Industry. (2016). *Anual Report 2015-2016*. India: The Marine Products Export Development Authority.

mispeces. (2018, 13 de marzo). Ejecutivos de la industria del camarón de acuicultura de Ecuador lideran la iniciativa SSP. *mispeces.com*. Obtenido de <http://www.mispeces.com/nav/actualidad/noticias/noticia-detalle/Ejecutivos-de-la-industria-del-camarn-de-acuicultura-de-Ecuador-lideran-la-iniciativa-SSP/#.XBZ6q1VKjIU>

MPEDA. (s.f.). Obtenido de Buenas Prácticas Acuicultura: <http://mpeda.gov.in/MPEDA/lv.php#>

MPEDA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Autoridad para el Desarrollo de las Exportaciones de Productos Marinos: <http://mpeda.gov.in/>

MPEDA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Premios a la Exportación: <http://mpeda.gov.in/MPEDA/cms.php?id=bXBLZGtZXhwb3Jocy1hd2FyZHM=#>

MPEDA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Prueba Previa a la Cosecha para productos de Acuicultura: <http://mpeda.gov.in/MPEDA/pht.php#>

MPEDA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Programa Nacional de Control de Residuos: http://mpeda.gov.in/MPEDA/residue_control_programs.php#

MPEDA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Logo MPEDA: http://mpeda.gov.in/MPEDA/mpe-da_logo.php#

MPEDA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Implementación de HACCP: http://mpeda.gov.in/MPEDA/HACCP_implementation.php#

MPEDA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Normas de Calidad: http://mpeda.gov.in/MPEDA/quality_standards.php#

Muñoz Chávez, A., & Narváez Castillo, G. (2018). *Estudio de factibilidad del cultivo hiper-intensivo de camarón mediante sistema de biofloc en la provincia de El Oro*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

NaCSA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Centro Nacional para la Acuicultura Sostenible: <https://nacsampeda.org.in/objective>

Nasar, A. (2018). *Chitosan-Based Adsorbents for Wastewater Treatment* (Vol. 34). Materials Research Forum LLC. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=y-NfDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=true>

NEOVIA. (2018, 5 de octubre). Neovia fortalece su presencia en Ecuador al adquirir Balnova. Obtenido de <https://www.neovia-group.com/es/neovia-fortalece-su-presencia-en-ecuador-al-adquirir-balnova/>

NETFISH. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Red para la Gestión de la Calidad de los Peces y la Pesca Sostenible: <http://www.netfishmpeda.org/about-us.html>

ONUDI. (2017). *Modelos de Negocios en Acuicultura Amazónica: Lineamientos para su avance y fortalecimiento*. Documento técnico, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Lima. Obtenido de https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-08/PCP%20Per%C3%BA_Modelos%20de%20Negocios_Cadena%20de%20Valor%20Acu%C3%ADcola_Informe%20Final.pdf

Orrego, R. (2018, 24 de febrero). *Producción de juveniles de salmónidos*. Obtenido de Salmonexpert: <https://www.salmonexpert.cl/article/producci-oacute-n-de-juveniles-de-salm-oacute-nidos/>

Pedroza Filho, M. X., Pizarro Muñoz, A. E., Oeda Rodrigues, A. P., Pereira Rezende, F., Ferreira Lima, A., & Mataveli, M. (2016, febrero). Panorama da cadeia produtiva do pirarucu. *Ativos Aquicultura*, 8(2), 5.

Peña Casado, L., & Díaz Guevara, C. (2017). El Sector Camaronero del Ecuador y las políticas Sectoriales 2007-2016. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13763/Disertaci%C3%B3n%20Luis%20Pe%C3%B1a%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pham, V. K. (2008). Challenges to shrimp production in the Bentre Province, Vietnam. *University of Tromsø*, 88.

Pinillos, V. Y. (2017, 20 de julio). Investigaciones en acuicultura desarrolladas por IMARPE durante el siglo XXI. Presentación realizada en Foro para la Pesca y Acuicultura Sostenibles. Obtenido de <http://www.fpas.pe/wp-content/uploads/Investigaciones-desarrolladas-por-IMARPE.pdf>

Ponce Jarrín, J. (2016). *Educación Superior en Iberoamerica: Ecuador*. Universia. Obtenido de <https://www.cinda.cl/wp-content/uploads/2016/11/ECUADOR-Informe-Final.pdf>



Portal2r. (2018, 8 de febrero). *La empresa rondoniana lleva peces amazónicos para todo Brasil.* Obtenido de portal2s.com.br: <http://www.portal2s.com.br/empresa-rondoniense-leva-peixes-amazonicos-para-todo-o-brasil/>

Presidencia de la República del Ecuador. (2018, 21 de agosto). Mensaje del Presidente. Ecuador. Recuperado el 3 de noviembre de 2018, de <https://www.youtube.com/watch?v=-RPG5a5Mez4>

ProChile. (2017). *El Mercado de proveedores y equipos de acuicultura en Ecuador.* ProChile.

ProEcuador. (2018). *Ficha Técnica del Camarón.* ProEcuador. Obtenido de <http://venezuela.emba-jada.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=70&force=0>

Progreso. (2018, septiembre). Fomento productivo, atracción de inversiones, generación de empleo y equilibrio fiscal. *Jurídica Digital*(16). Recuperado de <http://progresomicrofinanzas.org/ley-fomento-productivo/>

Promperú. (2005). *Diagnóstico del sector acuicultura para el desarrollo de Bionegocios en el Perú-Programa BTFFP.* Lima.

Promperú. (2010). *Guía de Mercado: Ecuador.* Lima: Promperú. Obtenido de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichapais/84303237rad71561.pdf>

Promperú. (2011). *Guía de mercado: Chile.* Lima: Promperú. Obtenido de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichapais/guia%20de%20mercado%20de%20chile.pdf>

Promperú. (2015). *Análisis de alternativas para la utilización de la carretera interoceánica sur.* Lima: Promperú. Obtenido de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/194969571radD-DCC9.pdf>

Proyectos Peruanos. (2016, 28 de septiembre) *Proyectos peruanos.com.* Obtenido de <http://proyectosperuanos.com/langostinos/>

Rebelatto Junior, I. A., & et. al. (2015). *Reprodução e engorda do pirarucu: levantamento de processos produtivos e tecnologias.* Brasília, Brasil: Embrapa.

RGCA. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Centro de Acuicultura Rajiv Gandhi: <http://www.rgca.org.in/aboutus.php>

SalmónChile. (2006). *Alimentación de peces en la salmonicultura chilena: Tasas de conversión.* Santiago Santiago de Chile, Chile: Asociación de la Industria del Salmón de Chile A.G. - SalmonChile.

SalmónChile. (2013). *Chilean Salmon Indutry Brief.* Santiago de Chile, Chile: SalmónChile.

SalmónChile. (marzo de 2019). *Quienes somos.* Obtenido de SalmónChile: <http://www.salmonchile.cl/es/quienes-somos.php>

SCAFI. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Sociedad de Acuicultura Costera y Pesca: <http://www.ciba.res.in/scafi/index.php/cv-test/>

Schuitemaker, L. (2017, 5 de noviembre). *Hendrix Genetics opens Chilean brood facility.* Obtenido de Salmonbusiness.com: <https://salmonbusiness.com/hendrix-genetics-opens-salmon-egg-breeding-location-in-chile/>

Seafood. (2018). *Paiche in Peru.* Obtenido de Seafood Trade intelligence portal: <https://seafood-tip.com/sourcing-intelligence/countries/peru/paiche/>

Seafood Trade. (2018). *Shrimp in Perú.* Obtenido de Seafood Trade Intelligence Portal: <https://seafood-tip.com/sourcing-intelligence/countries/peru/shrimp/>

Seafood Trade Intelligence Portal. (2018). *Seafood Trade Intelligence Portal.* Obtenido de <https://seafood-tip.com/sourcing-intelligence/countries/peru/shrimp>

SeafoodSource. (2018, 3 de marzo). Con un ojo en la India, Ecuador lanza Sustainable Shrimp Partnership. *SeafoodSource.* Obtenido de <https://www.seafoodsource.com/seafood-expo-north-america-2018/with-an-eye-on-india-ecuador-launches-sustainable-shrimp-partnership>

SEAI. (2018, 3 de noviembre). Obtenido de Asociación de Exportadores de Productos del Mar de la India: <http://seai.in/history/>

Sebrae. (2013a). *Manual de Boas Práticas de Produção do Pirarucu em cativeiro.* Brasília: Sebrae.

Sebrae. (2013b). *Manual de Boas Práticas de Reprodução do Pirarucu em Cativeiro.* Brasília: Sebrae.

Sebrae. (2018). *www.sebrae.com.br.* Obtenido de <http://www.sebrae.com.br>

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan de Ordenamiento del Espacio Marino Costero.* Quito: Ecuador.

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan de Ordenamiento del Espacio Marino Costero.* Quito: Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. Obtenido de <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/Plan-de-Ordenamiento-del-Espacio-Marino-Costero.pdf>

SENESCYT. (2017). *Rendición de cuentas 2017.* Obtenido de <http://www.senescyt.gob.ec/rendicion/wp-content/uploads/2018/03/Presentacion-Rendici%C3%B3n-de-Cuentas.pdf>

SENESCYT. (2018, 27 de noviembre). *Institutos Superiores Tecnológicos.* Obtenido de <http://www.senescyt.gob.ec/Institutos/proyecto-de-reconversi%C3%B3n.html>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2018, 31 de octubre). *Catálogo de documentos normativos actualizado.* Recuperado el 3 de noviembre de 2018, de <http://www.normalizacion.gob.ec/direccion-tecnica-de-normalizacion/>

Shrimp News International. (2014, 26 de junio). *What is the Shrimp Processing Industry Doing with.* Obtenido de Shrimp News International: <https://www.shrimpnews.com/FreeReportsFolder/SpecialReports/ChitosanSpecialReport.html>



Soro, L. (2007). Estudio de la obtención de quitosano a partir de camarón y su aplicación en la estabilidad de una emulsión aceite en agua. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/94638/D-65367.pdf>

Special Food Vietnam. (2014). *Shrimp head from the shrimp processing industry in Vietnam*. Obtenido de Special Food Vietnam: <http://specialfoodvietnam.com/news/shrimp-heads-from-the-shrimp-processing-industry-in-vietnam/144.html>

Trai Nguyen, V., Momtaz, S., & Zimmerman, K. (2007). Water Pollution Concerns in Shrimp Farming in Vietnam: A Case Study of Can Gio, Ho Chi Minh City. *The International Journal of Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainable*, 14.

Tran, N., Conner, B., Norbert, W., & Phillips, M. (2013). Governance of Global Value Chains in Response to Food Safety and Certification Standards: The Case of Shrimp from Vietnam. *El Sevier*, 12.

UN. (2006). *A Case Study of the Salmon Industry in Chile*. Transfer of Technology for Successful Integration into the Global Economy, New York.

UNESCO. (2018, 4 de noviembre). *Gasto en investigación y desarrollo (%PBI): Ecuador*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?end=2014&locations=EC&start=1996&view=chart>

Van Dujin, A. P., Beukers, R., & Van der Pij, W. (2012). *The Vietnamese seafood sector a value chain analysis*. Netherlands: Centre for the Promotion of Import from developing countries.

Villon Noboa, B., Peñafiel Mena, R., & Freire Patiño, J. (sf). Importación de reproductores y nauplios de *Litopenaeus vannamei* para su crianza y exportación al Perú, como postlarva. *FIMCM-ES-POL*, 10.

Zamora Acosta, G. (2014). *Espacio y Gestión local desde el análisis de la geografía crítica*. Obtenido de <https://innovacion.ec/wp-content/uploads/2014/07/Presentacion-1.pdf>



Glosario

ADEX: Asociación de Exportadores

AMYGE: Acuicultura de mediana y gran empresa

AMYPE: Acuicultura de micro y pequeña empresa

ANA: Autoridad Nacional del Agua

AREL: Acuicultura de recursos limitados

ADN: Ácido Dexosirribonucleico

ARN: Ácido Ribonucleico

BPA: Buenas prácticas acuícolas

CITE: Centros de innovación y tecnología empresarial

CEA: California Environmental Associates

CONCYTEC: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

CETPRO: Centros de Educación Técnico-Productiva

CEBAP: Centro de Educación Biotecnológica de Puerto Pizarro

CNMGL: Centro Nacional para Mejoramiento Genético del Langostino

CRISPR: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (Repeticiones Palindrómicas Cortas Agrupadas y Regularmente interespaciadas)

DGA: Dirección General de Acuicultura

DOAA: Dirección de Operación y Administración Acuícola

DPDA: Dirección de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura

DICAPI: Dirección de Capitanía de Puerto

EE. UU.: Estados Unidos de América

FONDEPES: Fondo de Desarrollo Pesquero

FONDECYT: Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica

FINCYT: Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología

GEOSNIPA: Geografía del Sistema Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura

I&D•i: Investigación, Desarrollo e Innovación

IMARPE: Instituto del Mar del Perú

IIAP: Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana

INNÓVATE PERÚ: Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad

MINCETUR: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo

NACSA: Centro Nacional para la Acuicultura Sostenible (India)

NIH: Instituto Nacional de Salud (EE. UU.)

NAFIQAD: Departamento Nacional de Aseguramiento de la Calidad Agroforestal y Pesquera (Vietnam)

OIE: Organización Mundial de Sanidad Animal

PNIPA: Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura

P&A: sector de Pesca y Acuicultura

PRODUCE: Ministerio de la Producción

PNDA: Plan Nacional de Desarrollo Acuícola

PCR: Reacción de Polimerización en Cadena

PROMPERÚ: Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo

RBNOAM: Reserva de Biósfera del Noroeste Amotapes Manglares

RNIA: Red Nacional de Información Acuícola

RAPD: Random amplified polymorphic DNA (amplificación aleatoria de ADN polimórfico")

SNIPA: Sistema Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura

SNA: Sociedad Nacional de Acuicultura

SANIPES: Organismo Nacional de Sanidad Pesquera

SERNANP: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas

SENACE: Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles

SIA: Sistema de Identificación Automática

SFOCA: Subproyecto de Fortalecimiento de Capacidades del PNIPA

SEREX: Subproyecto de Extensión y Asistencia Técnica del PNIPA

USD: Dólares americanos

UNT: Universidad Nacional de Tumbes

VPA: Viceministerio de Pesca y Acuicultura

VIFEP: Vietnamese Institute for Fisheries Economics and Planning

WHD: enfermedad de la mancha blanca

SNA: Sociedad Nacional de Acuicultura

WSSV: white spot syndrome virus (virus del síndrome de la mancha blanca)

YHD: enfermedad de la cabeza amarilla



El Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura

es un programa de inversión pública del Ministerio de la
Producción del Perú, a cargo del fomento del
Sistema Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura

Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura

Dirección: Av. Vasco Nuñez de Balboa N° 271, Miraflores, Lima Perú

Telf. 4796372

www.pnipa.gob.pe