

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE VETERINARIA**



TESIS DOCTORAL

**Evaluación de la situación sanitaria de las principales especies
de cultivo acuícola en Papúa Nueva Guinea**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Ruth García Gómez

Directores

**Joaquín Goyache Goñi
Lucas Domínguez Rodríguez**

Madrid

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE VETERINARIA

Departamento de Sanidad Animal

**CENTRO DE VIGILANCIA SANITARIA VETERINARIA
(VISAVET)**



**EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN SANITARIA DE LAS
PRINCIPALES ESPECIES DE CULTIVO ACUÍCOLA EN
PAPÚA NUEVA GUINEA**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Ruth García Gómez

Bajo la dirección de los doctores

Joaquín Goyache Goñi y Lucas Domínguez Rodríguez

Madrid, 2019



U N I V E R S I D A D
COMPLUTENSE
M A D R I D

**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS
PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR**

D./Dña. Ruth Garcia Gomez
estudiante en el Programa de Doctorado Ciencias Veterinarias
de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de
Madrid, como autor/a de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor y
titulada:

Evaluacion de la situacion sanitaria en las especies principales de cultivo acuicola en Papua Nueva Guinea

y dirigida por: Lucas Dominguez y Joaquin Goyache

DECLARO QUE:

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la Ley de Propiedad Intelectual (R.D. legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

En Madrid, a 22 de mayo de 2019

Fdo.:

Esta DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD debe ser insertada en
la primera página de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría mostrar mi enorme gratitud a todos los trabajadores oficiales de la Autoridad Nacional de Pesca del país, tanto a nivel nacional como provincial. En especial, debo remarcar el enorme apoyo recibido por los colegas Jacob Wani, Guideon Pama, Havini Mira y Jeff Kinch, de la Autoridad Nacional de Pesca y del Colegio Oficial de Pesca (NFC, National Fisheries College) sin los cuales este estudio no habría podido llevarse a cabo.

En segundo lugar, debo agradecer enormemente el apoyo técnico y financiero proporcionado por la División de Pesca, Acuicultura y Ecosistemas Marinos de la Secretaria General del Pacífico, que ha sido la institución que ha creído en la necesidad de llevar a cabo la presente tesis para sentar las bases de posibles estudios y evaluaciones en este importante sector para Papúa Nueva Guinea. En especial, me gustaría agradecer a los colegas Robert Jimmy, Tim Pickering, Beero Tioti, Jone Warawa, Avinash Singh, Moses Amos, Lindsay Chapman, Genevieve Delahai y Helen Lecompte por su inmenso apoyo a nivel organizativo, logístico y técnico.

Para finalizar y con la misma importancia, me gustaría agradecer el apoyo técnico, sobre todo a nivel analítico, proporcionado por los oficiales de pesca y acuicultura de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) ubicados en Roma (Italia). Los oficiales Devin Bartley, Matthias Halwart y Kathrin Hett han sido claves para llevar a cabo el análisis sobre el uso, la gestión, la conservación y la mejora de los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura en Papúa Nueva Guinea.

INDICE

Indice

Resumen	14
Abstract	15
Lista de acrónimos	16
Lista de figuras	19
Lista de tablas	21
1. Introducción	25
1.1. Introducción general al país	25
1.1.1. Historia	26
1.1.2. Economía	29
1.1.3. Demografía	29
1.1.4. Geografía	31
1.1.5. Recursos hidrológicos	32
1.1.6. Cultura	36
1.1.7. Estructura administrativa	36
1.2. Instituciones implicadas en la Tesis	39
1.2.1. Organización para la alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO)	39
1.2.2. Secretaría General del Pacífico (SPC)	40
1.2.3. Autoridad Nacional de Pesca de Papúa Nueva Guinea (NFA)	40
2. Justificación técnica de la Tesis	44
3. Material	47
3.1. Material utilizado en la “Evaluación general del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea”	47
3.1.1. Encuestas de campo llevadas a cabo a nivel municipal y provincial durante los años 2013, 2014 y 2015.	48
2.1.1.1. Encuesta para granjas de engorde	51
2.1.1.2. Encuesta para laboratorios de producción de alevines/semilla	52
3.1.2. Georreferenciación de las granjas.	52
3.1.3. Reuniones con cooperativas y asociaciones de productores.	52
3.1.3.1. Encuesta para cooperativas y asociaciones de productores acuícolas	53
3.1.4. Discusiones de grupo con otros actores involucrados en el sector: NGOs, IGOs, donantes, Parroquias, colegios, etc.	53

3.1.4.1.	Encuesta realizada a diversos actores implicados en el sector acuícola	54
3.1.5.	Encuesta global sobre el sector cumplimentada por la Autoridad Nacional de Pesca (NFA).	55
I.	CUERPO PRINCIPAL DEL INFORME DEL PAÍS	57
Capítulo 1:	El uso e intercambio de recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.	57
Capítulo 2:	Impulsores y tendencias en la acuicultura: consecuencias para los recursos genéticos acuáticos.	66
Capítulo 3:	Conservación <i>in situ</i> de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.	70
Capítulo 4:	Conservación <i>ex situ</i> de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.	73
Capítulo 5:	Actores con intereses en los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.	76
Capítulo 6:	Políticas y legislación nacional para recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.	81
Capítulo 7:	Investigación, educación, capacitación y extensión en recursos genéticos acuáticos: coordinación, redes e información.	84
Capítulo 8:	Colaboración internacional en relación con los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres	88
3.1.6.	Informes de las Divisiones de Pesca Provinciales, pertenecientes al Ministerio de Agricultura.	91
3.1.7.	Informes de la Secretaría General del Pacífico.	91
3.1.8.	Datos estadísticos de la FAO, proporcionados a través de su base de datos “Fishstat Plus J”.	92
3.2.	Materiales para la evaluación del estado sanitario de las principales enfermedades de cultivo acuícola	92
3.2.1.	Estrategia de muestreo de las principales especies de cultivo	94
3.2.1.1.	Selección de las especies a estudio	94
3.2.1.2.	Selección de patógenos y/o enfermedades a evaluar en el estudio	95
3.2.1.2.1.	Clasificación de las enfermedades atendiendo a las especies hospedadoras	106
3.2.1.3.	Procedimientos para demostrar la ausencia de una determinada enfermedad de declaración obligatoria para la OIE (OIE, 2016)	111
3.2.1.4.	Selección final de las enfermedades a ser incluidas en la presente evaluación	113
3.2.1.5.	Selección de las provincias y de las granjas para la obtención de muestras de las poblaciones o stocks domesticados de las principales especies de cultivo	128
4.	Métodos	131

4.1.	Métodos para la evaluación general del sector acuícola en el país	132
4.1.1.	Georreferenciación de las granjas	133
4.2.	Métodos para la evaluación del estado sanitario de las principales enfermedades de cultivo acuícola	134
4.2.1.	Estrategia de muestreo	135
4.2.2.	Recogida, recepción y necropsia de las muestras	141
4.2.2.1.	Preparación de los laboratorios	141
4.2.2.2.	Protocolo de necropsia	151
4.2.3.	Protocolo de aislamiento e identificación bacteriano	154
4.2.3.1.	Protocolo de aislamiento e identificación de bacterias genéricas, tanto Gram positivas como Gram negativas	157
4.2.3.2.	Protocolo de identificación bacteriano primario	159
4.2.3.3.	Protocolo de identificación de bacterias Gram positivas	160
4.2.3.4.	Protocolo de identificación de bacterias Gram negativas, Oxidasa positivas	161
4.2.3.5.	Protocolo de identificación de bacterias Gram negativas, Oxidasa negativas	162
4.2.3.6.	Protocolo de aislamiento e identificación de bacterias Gram negativas de los géneros <i>Flavobacterium</i> spp. y <i>Tenacibaculum</i> spp.	163
4.2.3.7.	Protocolo de aislamiento e identificación del patógeno <i>Renibacterium salmoninarum</i> , causante de la Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD)	164
4.2.4.	Evaluación de enfermedades parasitarias	164
4.2.5.	Evaluación de enfermedades de declaración obligatoria a la OIE	164
4.2.5.1.	Trucha arco iris (<i>O. mykiss</i>)	166
4.2.5.1.1.	Necrosis Hematopoyética Infecciosa	166
4.2.5.1.2.	Necrosis Hematopoyética Epizoótica	169
4.2.5.1.3.	Anemia Infecciosa del Salmón	170
4.2.5.1.4.	Septicemia Hemorrágica Viral	171
4.2.5.2.	Carpa común (<i>C. carpio</i>)	173
4.2.5.2.1.	Viremia Primavera de la carpa	173
4.2.5.2.2.	Koi herpesvirus	176
4.2.5.3.	Langosta de roca (<i>P. homarus</i> y <i>P. argus</i>)	179
4.2.5.3.1.	Síndrome de la mancha blanca	179
4.2.5.4.	Cangrejo de manglar (<i>S. serrata</i>)	181
4.2.5.4.1.	Síndrome de la mancha blanca	181
4.2.5.5.	Camarón de agua salada (<i>P. monodon</i>)	183
4.2.5.5.1.	Necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa	183
4.2.5.5.2.	Síndrome de Taura	185

4.2.5.5.3.	Síndrome de la mancha blanca	186
4.2.5.5.4.	Síndrome de la cabeza amarilla	188
4.2.5.5.5.	Mionecrosis infecciosa	191
4.2.5.5.6.	Hepatopancreatitis necrotizante	193
4.2.5.6.2.	Síndrome Ulcerativo Epizoótico	197
4.2.5.7.	Chano o milkfish (<i>C. chano</i>)	197
4.2.5.7.1.	Síndrome Ulcerativo Epizoótico	197
4.2.5.8.	Camarón de agua dulce (<i>M. rosenbergii</i>)	197
4.2.5.8.1.	Enfermedad de la Cola Blanca	197
5.	Resultados	201
5.1.	Resultados de la evaluación general del sector acuícola en el país	201
5.1.1.	Trucha arco iris	202
5.1.2.	Tilapia del Nilo	206
5.1.3.	Barramundi	214
5.1.4.	Chano o <i>milkfish</i>	218
5.1.5.	Camarón de agua dulce	220
5.1.6.	Camarón de agua salada	222
5.1.7.	Langosta de roca	224
5.1.8.	Cangrejo de manglar	229
5.1.9.	Holotúridos o pepinos de mar	230
5.1.10.	Macroalgas	236
5.1.11.	Compilación de los resultados	241
5.1.12.	Datos productivos en valor de la producción (USD) por especie (2013-2015)	244
5.1.13.	Datos productivos en volumen de producción (Tm) por especie (2013-2015)	244
5.1.14.	Papel de las instituciones asociadas	245
5.1.15.	Estado de los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura	249
5.1.15.1.1.	Capítulo 1	249
5.1.15.1.2.	Capítulo 2	251
5.1.15.1.3.	Capítulo 3	253
5.1.15.1.4.	Capítulo 4	254
5.1.15.1.5.	Capítulo 5	255
5.1.15.1.6.	Capítulo 6	255
5.1.15.1.7.	Capítulo 7	256
5.1.15.1.8.	Capítulo 8.	257
5.2.	Resultados de la evaluación del estado sanitario de las poblaciones de cultivo	258

5.2.1.	Resultados del análisis bacteriano	258
5.2.1.1.	Trucha arco iris	259
5.2.1.2.	Tilapia del Nilo	261
5.2.1.3.	Carpa común	263
5.2.1.4.	Barramundi	265
5.2.1.5.	<i>Milkfish</i> o chano	267
5.2.1.6.	Camarón de agua dulce	268
5.2.1.7.	Camarón de agua salada	268
5.2.1.8.	Langosta de roca	269
5.2.1.10.	Holoturidos o pepinos de mar	270
5.2.1.11.	Macroalga roja “cottonni”	271
5.2.2.	Resultados análisis parasitarios	272
5.2.2.1.	Trucha arco iris	273
5.2.2.2.	Tilapia del Nilo	275
5.2.2.3.	Carpa común	277
5.2.2.4.	Barramundi	279
5.2.2.5.	Chano o <i>milkfish</i>	281
5.2.2.6.	Camarón de agua dulce	282
5.2.2.7.	Camarón de agua salada	282
5.2.2.8.	Langosta de roca	283
5.2.2.9.	Cangrejo de manglar	283
5.2.2.10.	Holoturidos o pepino de mar	283
5.2.3.	Resultados análisis de las enfermedades de declaración obligatoria para la OIE	284
6.	Discusión	286
6.1.	Evaluación general del sector acuícola en el país	286
6.1.1.	Tendencias de producción	287
6.1.2.	Actores implicados	289
6.1.3.	Comercialización y contribución a la seguridad alimentaria	292
6.1.4.	Principales limitaciones del sector	298
6.1.5.	Expectativas de futuro	303
6.1.6.	Características generales del sector	304
6.2.	Evaluación del estado sanitario de las poblaciones o stocks domesticados de las principales especies de cultivo en el país	305
6.2.1	Evaluacion del análisis bacteriano	306
6.2.2	Evaluacion del análisis parasitario	308

6.2.3	Evaluacion del análisis de enfermedades de declaración obligatoria para la OIE	310
7.	Conclusiones	312
8.	Bibliografía	313
9.	Anexos	322

Título: Evaluación de la situación sanitaria de las principales especies de cultivo acuícola en Papúa Nueva Guinea

Autor: Ruth García Gómez

Resumen

Desde hace más de dos décadas se ha tratado de promover y de desarrollar el sector acuícola en la Región de Oceanía de manera económica y técnicamente viable. Numerosas agencias y programas internacionales, intergubernamentales y regionales han focalizados sus esfuerzos económicos y humanos en el desarrollo sostenible de este sub-sector dentro del sector pesquero en Oceanía, con resultados ciertamente limitados. La región de Oceanía sigue siendo la zona del mundo con el menor grado de desarrollo del sector acuícola del mundo, con algunas excepciones como Australia y Nueva Zelanda, seguida de regiones también con bajo crecimiento, como Latinoamérica y África. El caso de Papúa Nueva Guinea es ciertamente especial dentro de la Región, puesto que no ha tenido un desarrollo comercial del sector acuícola muy marcado, aunque durante los últimos 10 años se han desarrollado una gran cantidad de granjas acuícolas de pequeña y mediana escala (más de 15000 registradas actualmente), y se han diversificado las especies acuáticas de cultivo notablemente (más de 7 especies de cultivo). Es el principal país productor acuícola del Pacífico Sur y el que tiene la ubicación geográfica más adecuada para enfocar cierta parte de su producción acuícola a las exportaciones, bien a otros países dentro de la Región de Oceanía o a países asiáticos. La Autoridad Nacional de Pesca de Papúa Nueva Guinea ha sido la agencia estatal que ha solicitado la realización de la evaluación del sector que ha conducido a la realización de esta Tesis. En el año 2012 dicha autoridad solicitó apoyo técnico para llevar a cabo una evaluación de la situación del sector acuícola de cara a poder realizar un programa coherente de desarrollo estratégico del sector, basado en datos actualizados del mismo, así como una evaluación de la situación sanitaria de las principales especies de cultivo, de cara a evaluar las posibilidades del país para la exportación de animales vivos. Tras la evaluación realizada se ha determinado que existen más de 15000 pequeñas granjas de engorde y 60 laboratorios de producción de semilla de especies de agua dulce o continentales (incluyendo las especies de cultivo tilapia del Nilo, carpa común y trucha arco iris), más de 2000 productores de macro-algas rojas (comúnmente conocida como “cottonni”), una granja de cultivo de chano (*milkfish*), una granja de cultivo de camarón de agua dulce, una granja de cultivo de langosta de roca, una granja de cultivo de pepinos de mar y una granja de cultivo de cangrejo de manglar, entre otras especies. Con respecto a la situación sanitaria, a pesar de que la prevalencia de ciertos parásitos externos es realmente elevada en todas las especies de cultivo, lo que indica una necesidad clara de mejora del sistema productivo y de la gestión de la calidad del agua, la mayor parte de las granjas son consideradas libres de enfermedades bacterianas de relevancia, y todas ellas son libres de enfermedades de declaración obligatoria para la OIE. Para finalizar, dado que el estatus del sector acuícola a todos los niveles (gobernanza, actores implicados en el sector, antecedentes históricos, evolución del sector y estado actual) era poco conocido, y la información se encontraba desagregada, la introducción de la Tesis presenta un estudio histórico del sector, el marco general de regulación del mismo y los principales actores implicados, que han sido claves para llevar a cabo este estudio, y que permitirán a la Autoridad Nacional de Pesca la puesta en marcha de una estrategia de desarrollo sostenible a largo plazo, basándose en los resultados obtenidos.

Palabras clave: acuicultura, patógeno, bioseguridad, Papúa Nueva Guinea, OIE.

Abstract

The aquaculture sector has been strongly promoted y developed in a technically feasible, economically viable y long-term sustainable way in the Pacific Region for more than two decades. Numerous international, intergovernmental, regional agencies y programs have focused their economic y human efforts on the sustainable development of this sub-sector (within the fisheries sector) in the Pacific, with limited results y not many successful stories. The Oceania region remains the world's least developed region in the world's aquaculture sector, with some exceptions such as Australia y New Zealy, followed by regions with low growth rates such as Latin America y Africa. The case of Papua New Guinea is certainly special within the Region, since it has not had an extremely marked commercial development of the aquaculture sector, but a large number of small y medium-scale aquaculture farms have been developed over the last 10 years. Furthermore, farmed aquatic species have been diversified notably in the recent years, with more than 10 aquatic species being farmed nowadays. It is the main aquaculture producing country in the South Pacific y a geographically appropriate location to focus some of its aquaculture production on exports to other countries within the Oceania Region y/or to Asian countries. The National Fisheries Authority of Papua New Guinea has been the State Agency that has requested the evaluation of the aquaculture sector in the country, which has led to this Thesis. In 2012, the aforementioned National Authority requested technical support from the Secretariat of the Pacific Community y from the Food y Agriculture Organization of the United Nations to carry out an assessment of the aquaculture sector, in order to be able to develop a coherent “aquaculture management plan/strategy” based on up-to-date data. Moreover, it was also requested to assess the health status of farmed stocks, in order to evaluate the possibilities of the country to export live aquatic animals to neighbouring countries within y outside the Pacific region. Taking into account the results of these two evaluations, which are the basis of the present Thesis, it has been assessed that there are more than 15,000 small farms y 60 seed production laboratories for freshwater or continental species (including Nile tilapia, common carp y rainbow trout). On the other hy, there are currently more than 2,000 families involved in the production of red macro-algae cottonni (*Kapapphycus alvarezii*). On top of that, the present evaluation has identified the existence of the following farms, which were not recorded by the National Fisheries Authority in any way: a milkfish farm, a barramundi farm, a freshwater shrimp farm, a rock lobster farm, a sea cucumber farms y a mangrove crab farm. With regard to health status, although the prevalence of certain external parasites is indeed high in all farmed aquatic species, indicating a clear need for improvement of the productive system y water quality management, most farms have been considered free of relevant bacterial diseases, y all of them are free of notifiable diseases for the OIE. Finally, since the status of the aquaculture sector at all levels (governance, actors involved in the sector, historical background, sector evolution y current status) was really unknown y the information was disaggregated, this Thesis presents a baseline from which the sector could be further developed y promoted. It intends to provide a detailed study of the history of the sector, the general regulatory framework y the main actors involved, who have been instrumental in carrying out this study.

Key words: aquaculture, pathogen, biosecurity, Papúa New Guinea, OIE.

Acrónimos

ACIAR	Australian Center for International Research in Agriculture
ADB	Asian Development Bank
ADFAT	American Department of Foreign Affairs y Trade
ADN	Ácido Desoxirribonucleico
AIS	Anemia Infecciosa del Salmón
AusAID	Australian Development Agency
AQIS	Australian Authority for Quarantine y Inspection
ADB	Asian Development Bank
ADFAT	American Department of Foreign Affairs y Trade
ADN	ADN Ácido Desoxirribonucleico
AQUAstat	FAO Statistics for Water use in Agriculture
BKD	FAO Statistics for Water use in Agriculture
CIA	Central Intelligence Agency
DAL	Department of Agriculture y Ly
DEE	Department of Environment y Energy
DIAS	Database on Introductions of Aquatic Species
EBR	Enfermedad bacteriana del Riñon
ECA	Enfermedad de la Cabeza Amarilla
ECB	Enfermedad de la Cola Blanca
EHN	Epizootic Haematopietic Necrosis
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
EIR	Estudio de Impacto Ambiental
EMB	Enfermedad de la Mancha Blanca
EUS	Epizootic Ulcerative Syndrome
ERV	Encefalopatía y retinopatía virales
FAO	Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas
Fishstat	FAO Fisheries y Aquaculture Statistics Software

GID	Grouper Iridoviral Disease
GIZ	German Cooperacion Agency
GPS	Global Positioning System
GWh	Gigavatio/hora
HADEQ	Highlys Aquaculture Development y Quarantine Centre
HPN	Hepatopancreatitis Necrotizante
IGO	Organización Intergubernamental
IHN	Infectious Haematopoietic Necrosis
IHHNV	Infectious Hypodermal y Haematopoietic Necrosis
IMN	Infectious Myonecrosis
ISA	Infectious Salmon Anaemia
JICA	Japanese Cooperation Agency
MNI	Mionecrosis Infeciosa
MW	Megavatio
NACA	Network of Aquaculture Centres of Asia y the Pacific
NALO	National Aquaculture Legal Overview
NAQIA	National Authority for Quarantine y Inspection in Agriculture
NASO	National Aquaculture Sector Overview
NHE	Necrosis Hematopoyética Epizoótica
NFA	National Fisheries Authority
NFC	National Fisheries College
NGO	Organización no Gubernamental
NHI	Necrosis Hematopoyética Infeciosa
NHHI	Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infeciosa
NHP	Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infeciosa
NIMRF	Nago Islys Marine Research Facility
NSO	National Sector Overview
OIE	Organismo Mundial de Sanidad Animal (Oficina Internacional des Epizootias)
OMG	Organismo Modificado Genéticamente

PIB	Producto Interior Bruto
PNG	Papúa Nueva Guinea
PNUMA	Programa de Naciones Unidas de Medio Ambiente
RGAc	Recursos Genéticos Acuáticos
RSDI	Red Seabream Iridoviral Disease
SEAFDEC	Southeast Asian Fisheries Development Center
SHV	Septicemia Hemorrágica Viral
SIDA	Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida
SPG	Sistema de posicionamiento geográfico
SPC	Secretaría de la Comunidad del Pacífico
ST	Síndrome de Taura
SUE	Síndrome Ulcerante Epizoótico
SVC	Spring Viraemia of the Carp
USDA	United States Department of Agriculture
VER	Viral Encephalopathy y Retinopathy
VHS	Viral Haemorrhagic Septicaemia
VPC	Viremia Primavera de la Carpa
WAHIS	World Animal Health Information System of the OIE
WSD	White Spot Disease
WTD	White Tail Disease
YHD	Yellowhead Disease

Lista de figuras

- **Figura 1.** Mapa geográfico de Papúa Nueva Guinea (freeworldmaps)
- **Figura 2.** Evolución de la población de Papúa Nueva Guinea desde 1890 hasta 2011
- **Figura 3.** Cálculo de los recursos hídricos renovables en Papúa Nueva Guinea (FAO AQUASTAT, 2016)
- **Figura 4.** Provincias de Papúa Nueva Guinea (nationsonline.org)
- **Figura 5.** Esquema de las fuentes de información utilizadas para la evaluación general del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea
- **Figura 6.** En el siguiente diagrama se resumen los diferentes procedimientos de declaración de ausencia de enfermedad
- **Figura 7.** Ubicación del laboratorio de producción de semilla de agua salada (NIMRS, Nago Isly Marine Research Station) en la provincia de Nueva Irlya
- **Figura 8.** Laboratorio de patología del centro de cuarentena de NAQIA
- **Figura 9.** Especímenes de camarón de agua salada siendo examinados
- **Figura 10.** Especímenes de cangrejo de manglar siendo examinados
- **Figuras 11.** Especímenes de pepino de mar siendo recolectados para ser muestreados
- **Figura 12.** Espécimen de pepino de mar con ulceración, despigmentación y aumento marcado de la mucosidad en la zona dorsal
- **Figura 13.** Muestras de macroalga roja “cottonni” siendo examinados
- **Figura 14.** Muestra de macroalga roja “cottonni” colonizada por un alga epifita
- **Figura 15.** Necropsia y toma de muestras para cultivo bacteriano de un espécimen de trucha arco iris
- **Figura 16.** Especímenes de tilapia de Nilo siendo examinados
- **Figura 17.** Espécimen de langosta de roca siendo examinado
- **Figura 18.** Necropsia de un espécimen de carpa común
- **Figura 19.** Muestras de tilapia del Nilo siendo analizadas
- **Figura 20.** Estanque de cemento y tierra combinado en una jaula de engorde en Monte Haguen
- **Figura 21.** Estanque de cría de alevines en la estación de producción de semilla privada situada en la provincia de Goroka.
- **Figura 22.** Protocolo de alimentación de uno de los estanques
- **Figuras 23 y 24.** Granja de engorde en la provincia de Goroka
- **Figura 25.** Centro público de producción de semilla para acuicultura de agua dulce de Aiyura (Goroka)
- **Figura 26.** Estanque de tierra de cultivo de tilapia del Nilo
- **Figuras 27 y 28.** Granja de cultivo de tilapia del Nilo en jaulas flotantes
- **Figura 29.** Granja de tilapia del Nilo
- **Figura 30.** Granja de cultivo de carpa común en estanques de tierra
- **Figura 31.** Estanques de producción de alevines de carpa común en el centro de producción de semilla de Aiyura
- **Figura 32.** Juvenil de barramundi
- **Figura 33.** Estación de alevinaje de barramundi situado en la Provincia de Nueva Irlya
- **Figuras 34 y 35.** Jaulas de engorde de barramundi y actividad de cosecha de baarramundi respectivamente
- **Figuras 36 y 37.** Estanques de tierra de cultivo de chano o milkfish
- **Figura 38.** Espécimen adulto de camarón de agua dulce
- **Figura 39.** Estanques de tierra con policultivo o cultivo integrado de camarón de agua dulce y otras especies (tilapia del Nilo y carpa común)
- **Figura 40.** Estanques de tierra con aireadores automáticos

- **Figura 41.** Especímenes de la granja de Milne Bay preparados para ser muestreados
- **Figura 42.** Granja de langosta de roca en Milne Bay
- **Figura 43.** Colectores en forma de bastón
- **Figura 44.** Colectores contruidos con redes de pesca
- **Figura 45.** “Hapas” de cultivo de juveniles de langosta de roca
- **Figura 46.** Jaulas de engorde de langosta de roca
- **Figura 47.** Cosecho una de las jaulas de engorde
- **Figuras 48 y 49.** Especímenes juveniles de syfish siendo evaluados y medidos durante su engorde
- **Figura 50.** Recinto de cultivo de pepino de mar
- **Figura 51.** Especímenes de pepino de mar siendo transportados para ser procesados
- **Figura 52.** Fase de auricularia durante la cría larvaria del pepino de mar
- **Figuras 53 y 54.** Animales de talla comercial siendo cosechados para su posterior procesado
- **Figura 55.** Ciclo básico de producción de alga roja en un sistema de fondo (FAO cultured fahseets)
- **Figura 56.** Principales países productores de *Eucheuma nei* (Estadísticas de Pesca, FAO, 2010)
- **Figura 57.** Cultivo de algas en sistema flotante
- **Figura 58.** Productores de alga roja sosteniendo una de las líneas de cultivo en la playa
- **Figura 59.** Sistema productivo de fondo
- **Figura 60.** Sistema de cultivo flotante
- **Figura 61.** Cascada en el sitio Ramsar de Tonda
- **Figura 62.** Espécimen de *Holothuria scabra* infectado por *Aeromonas hydrophila*
- **Figura 63.** Zona ventral mostro el orificio bucal y el orificio urogenital de un espécimen de pepino de mar *Holothuria scabra*
- **Figura 64.** Contribución de la pesca y acuicultura a las exportaciones totales del país en los países del Pacifico
- **Figura 65.** Contribución de la pesca y la acuicultura al PIB (Producto Interior Bruto) en los países del Pacifico

Lista de tablas

- **Tabla 1.** Principales asociaciones y cooperativas acuícolas existentes en Papúa Nueva Guinea
- **Tabla 2.** Fechas de las visitas de campo llevadas a cabo durante los años 2013, 2014 y 2015
- **Tabla 3.** Lista de instituciones y organizaciones relacionadas con el sector acuícola que han sido encuestadas
- **Tabla 4.** Principales especies de cultivo acuícola en Papúa Nueva Guinea
- **Tabla 5.** Criterios para la inclusión de las enfermedades de los animales acuáticos en la lista de la OIE
- **Tabla 6.** Listado de enfermedades y patógenos a ser considerados en la presente Tesis
- **Tabla 7.** Enfermedades y/o patógenos finalmente seleccionados para participar en el estudio, junto con su hospedador/es, distribución geográfica, test diagnósticos disponibles, protocolo de muestreo, equipo y materiales de muestro y diagnóstico necesario y habilidades necesarias para el muestreo y el diagnóstico
- **Tabla 8.** Número estimado de granjas acuícolas existentes en las 20 provincias seleccionadas y plan de muestreo
- **Tabla 9.** Numero de granjas de engorde y de centros de producción de semilla seleccionadas para el muestreo por especie y por provincia
- **Tabla 10.** Metodología de muestreo para la evaluación general del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea
- **Tabla 11.** Ejemplo de algunos de los datos de georreferenciación de las granjas acuícolas muestreadas
- **Tabla 12.** Metodología de muestreo dentro de cada población o stock domesticado de las especies principales de cultivo
- **Tabla 13.** Tamaño y tipo de muestra por especie
- **Tabla 14.** Ejemplo de una “tabla de visitas” empleadas en el trabajo de campo a nivel provincial
- **Tabla 15.** Laboratorios utilizados durante el estudio
- **Tabla 16.** Protocolo de muestreo
- **Tabla 17.** Resumen de las enfermedades evaluadas en cada especie considerada en el estudio, teniendo en cuenta que determinadas especies consideradas en el estudio no son objeto de ninguna enfermedad de declaración obligatoria de la OIE (OIE. 2016)
- **Tabla 18.** Numero de granjas de engorde de tilapia del Nilo por provincia (no todas ellas han sido muestreadas)
- **Tabla 19.** Datos estadísticos de la FAO (Fishstat Plus) sobre el volumen de producción del sector acuícola en Papua Nueva Guinea (2007-2013)
- **Tabla 20.** Datos estadísticos de la FAO (Fishstat Plus) sobre el valor de producción del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea (2007-2013)
- **Tabla 21.** Número y tipo de granjas por especie
- **Tabla 22.** Compilación de los resultados cualitativos de la evaluación del estado general del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea
- **Tabla 23.** Producción en valor de las principales especies de cultivo en Papúa Nueva Guinea (2013-2015)
- **Tabla 24.** Producción en volumen de las principales especies de cultivo en Papúa Nueva Guinea (2013-2015)
- **Tala 25.** Lista de las principales agrupaciones de productores acuícolas del país
- **Tabla 26.** Resumen de la evaluación de los factores con impacto en los recursos genéticos acuáticos
- **Tabla 27.** Evaluación de los roles de cada uno de los actores con intereses en los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura

- **Tabla 28.** Numero de granjas de engorde y de centros de producción de semilla muestreados para cada especie a estudio, y su ubicación en el país a nivel provincial
- **Tabla 29.** Compilación de resultados bacterianos para la trucha arco iris
- **Tabla 30.** Información detallada del aislamiento bacteriano positivo en la trucha arco iris
- **Tabla 31.** Compilación de resultados bacterianos para la tilapia del Nilo
- **Tabla 32.** Información detallada del aislamiento bacteriano positivo en la tilapia del Nilo
- **Tabla 33.** Compilación de resultados bacterianos para la carpa común
- **Tabla 34.** Información detallada del aislamiento bacteriano positivo en la carpa común
- **Tabla 35.** Compilación de resultados bacterianos para el barramundi
- **Tabla 36.** Información detallada del aislamiento bacteriano positivo
- **Tabla 37.** Compilación de resultados bacterianos para el barramundi
- **Tabla 38.** Información detallada del aislamiento bacteriano positivo
- **Tabla 39.** Compilación de resultados bacterianos para el camarón de agua salada
- **Tabla 40.** Información detallada del aislamiento bacteriano positivo para el camarón de agua salada
- **Tabla 41.** Numero de granjas de engorde y de centros de producción de semilla muestreados para cada especie a estudio, y su ubicación en el país a nivel provincial
- **Tabla 42.** Compilación de los resultados de los análisis parasitarios para la trucha arco iris, teniendo en cuenta que las 40 granjas de trucha arco iris existentes en el país han sido muestreadas
- **Tabla 43.** Compilación de los resultados de los análisis parasitarios para la tilapia del Nilo
- **Tabla 44.** Compilación de los resultados de los análisis parasitarios para la carpa común, teniendo en cuenta que las 50 granjas de carpa común existentes en el país han sido muestreadas
- **Tabla 45.** Compilación de los resultados de los análisis parasitarios para el barramundi
- **Tabla 46.** Compilación de los resultados de los análisis parasitarios para el barramundi
- **Tabla 47.** Resumen de los resultados de la evaluación de las enfermedades de declaración obligatoria para la OIE
- **Tabla 48.** Roles en materia de recursos genéticos acuáticos de los principales actores con intereses en dichos recursos
- **Tabla 49.** Evaluación de la comercialización de las especies de cultivo
- **Tabla 50.** Principales limitaciones del cultivo acuícola para cada especie de cultivo
- **Tabla 51.** Compilación de resultados de análisis bacterianos
- **Tabla 52.** Compilación de los resultados de la evaluación parasitaria

INTRODUCCION

1. Introducción

1.1. Introducción general al país

Papúa Nueva Guinea, oficialmente llamado “Estado Independiente de Papúa Nueva Guinea”, pertenece al continente de Oceanía (Figura 1) y es un país soberano que ocupa la mitad oriental de la isla de Nueva Guinea, la otra mitad es parte del estado de Nueva Guinea Occidental de Indonesia, así como una numerosa cantidad de islas situadas alrededor de la isla de Nueva Guinea (ADFAT, 2012). Su forma de gobierno es la monarquía parlamentaria. Su territorio está organizado en veintidós provincias, que se agrupan en 4 regiones. Su capital y ciudad más poblada es Puerto Moresby, que cuenta con más de trescientos mil habitantes. Sigue siendo un país escasamente poblado, con solo 7 millones de habitantes. Además, tiene una población eminentemente rural, ya que solo el 18 % de los habitantes se concentra en núcleos urbanos (World Bank, 2015).

Con respecto a su ubicación geográfica, el país está situado al norte de Australia, al oeste de las Islas Salomón y al suroeste del océano Pacífico, en una región definida desde inicios del siglo XIX como Melanesia [otros países pertenecientes a la Región de Melanesia, y relativamente similares a la población de Papúa Nueva Guinea desde el punto de vista antropológico, son Vanuatu, las Islas Salomón, Fiji y Nueva Caledonia (Salak, 2004)], siendo el único país de Oceanía con frontera terrestre. Papúa Nueva Guinea es uno de los países con mayor diversidad cultural del mundo, donde se han contabilizado hasta 848 idiomas distintos, de los que siguen hablándose 836 (Pickell, 2002).

Por otro lado, aún quedan muchas sociedades que se siguen rigiendo por costumbres tradicionales (James, 2012). Es uno de los países menos explorados del mundo, tanto geográfica como culturalmente, y muchas especies de plantas y animales están aún por descubrir dentro del país. Papúa está dentro de la lista de países “megadiversos” (Australian Geographic, 2014).

El fuerte crecimiento de la minería en Papúa Nueva Guinea ha incrementado el PIB hasta convertirse en el sexto país con el mayor aumento en 2011 (IMF, 2012). A pesar de ello una gran parte de la población vive en una situación de pobreza extrema, con aproximadamente más de un tercio de la misma viviendo con menos de 1,25 \$ diarios (FAO, 2016). La mayor parte de la población vive aún de forma tradicional y su agricultura es de subsistencia.

La constitución del país reconoce claramente los derechos de la población indígena, considero que los pueblos tradicionales deben de ser las unidades viables de la sociedad de Papúa Nueva Guinea (Pickell, 2002). La figura 1 a continuación presenta un mapa geográfico del país.

Figura 1. Mapa geográfico de Papúa Nueva Guinea ([www.freeworldmaps](http://www.freeworldmaps.com))



1.1.1. Historia

Los hallazgos arqueológicos indican que los humanos llegaron a Nueva Guinea hace unos 45000- 50000 años, tal como lo demuestran los restos arqueológicos más antiguos de toda Oceanía encontrados en Bobongara, península de Huon, en una época en que Nueva Guinea estaba unida a Australia formando el continente conocido como “Sahul” (Groube, 1986). Los primeros pobladores de esta isla procedían del Sureste de Asia, llegaron durante el último periodo glacial pleistoceno, cuyo el mar estaba más bajo y las distancias entre las islas eran más cortas. Se piensa que viajaron siguiendo puentes terrestres existentes en esa época, aunque se baraja la posibilidad de que fuesen capaces de cruzar cortos tramos marítimos entre islas sin perder nunca la tierra de vista. Los primeros habitantes eran cazadores-recolectores, y tenían habilidad suficiente para fabricar utensilios (Knauff, 1999). Una segunda ola de migraciones tuvo lugar alrededor de 3500 años a. C., en el Neolítico. Esos pobladores eran navegadores procedentes del sureste asiático y portadores de una cultura más desarrollada, la cultura lapita (Groube, 1986). Se instalaron en zonas costeras y cohabitaron en la isla con los descendientes de los primeros habitantes papúes, sin que sus culturas llegasen a fundirse. Dominaban la alfarería y practicaban la pesca y la horticultura al mismo tiempo en que la agricultura se desarrollaba en Mesopotamia y Egipto. Cultivaban con cierta destreza la caña de

azúcar, las bananas del Pacífico, el ñame y el taro, que siguen siendo a día de hoy cultivos tradicionales y altamente empleados en el país (Armitage, 2005).

A nivel forestal el sago y el pyano eran las dos especies de árboles más explotadas por los nativos. Las batatas y los cerdos llegaron allí en épocas más recientes, pero debemos recalcar que se ha demostrado que el consumo de moluscos y de pescado, tanto de agua dulce como marinos, llevaban mucho tiempo en su dieta (Pickell, 2002).

Cuyo los primeros exploradores europeos llegaron a Nueva Guinea, los habitantes de ésta y otras islas vecinas tenían un sistema de agricultura productivo en el que aún se utilizaban herramientas de hueso, de madera y de piedra. Comerciaron con los isleños a lo largo de la costa principalmente con productos cerámicos, adornos de conchas y productos alimenticios básicos. También se adentraron a otras zonas, pues intercambiaron productos del bosque por bienes marinos (James, 2012).

Probablemente fueron los navegantes portugueses y españoles los que avistaron por primera vez Nueva Guinea a principios del siglo XVI. Entre 1526 y 1527, don Jorge de Meneses llegó accidentalmente a la isla principal y la llamó Papúa, una palabra malaya que designa el carácter rizado del pelo de los melanesios (Knauft, 1999). En 1545, el español Yñigo Ortiz de Retez añadió el término Nueva Guinea al nombre de la isla al observar un parecido entre los habitantes de la isla y los de la costa de Guinea (África).

Aunque en los siguientes 170 años numerosos navegantes europeos visitaron las islas y exploraron sus costas, no se sabía gran cosa de sus habitantes hasta que, a finales del siglo XIX, el antropólogo ruso Nicolai Miklukho-Maklai convivió varios años con las diferentes tribus y describió su modo de vida en un extenso informe (Vahau, 2007). Posteriormente otro antropólogo polaco llamado Bronislaw Malinowski se quedó aislado en la Primera Guerra Mundial en las islas Trobriy, y realizó un estudio realmente detallado de sus habitantes (Groube, 1986).

Durante el periodo colonial, la mitad Occidental de la isla estuvo bajo la administración de los Países Bajos, la parte suroriental fue colonizada en 1883 por la colonia británica que había en Queensly (Australia), contraviniendo los deseos del gobierno británico. Por otro lado, Alemania colonizó el cuarto nororiental restante del país el 3 de noviembre de 1884 llamándolo Kaiser-Wilhelmsly e incluyendo la isla de Nueva Bretaña (rebautizándola Archipiélago Bismarck) y las Islas Salomón Alemanas (Vahau, 2007). El 6 de noviembre de 1884 se proclamó formalmente el protectorado de la Nueva Guinea Británica y el 1 de abril de 1899 el protectorado de la Nueva Guinea Alemana. La Nueva Guinea Británica fue transferida a la autoridad de la Mancomunidad de Australia en 1902, en base al Acta de Papúa de 1905, y pasó a llamarse Territorio de Papúa, comenzyo una administración formal australiana en 1906 (Salak, 2004).

Cuyo se inició la I Guerra Mundial, Australia se hizo con la posesión del Kaiser-Wilhelmsly y las islas vecinas en 1914 (las islas alemanas). Después del Tratado de Versalles de 1919, Alemania pierde todas sus colonias convirtiéndose en el Territorio de Nueva Guinea, dependiente de la Sociedad de Naciones bajo administración australiana hasta 1949. Papúa fue administrada bajo el Acta de Papúa hasta que fue invadida por los japoneses en 1941, y la administración civil fue suspendida (Knauft, 1999). Durante la guerra Papúa fue gobernada por una administración militar desde Port Moresby, donde el general Douglas MacArthur ocasionalmente tenía sus cuarteles. Después de la rendición de los japoneses en 1945, la administración civil de Papúa y de Nueva Guinea fueron restauradas bajo el Acta de Administración Provisional de Papúa Nueva Guinea (1945-46), y las regiones de Papúa y de Nueva Guinea fueron combinadas en una unión administrativa en 1949, aprobándose formalmente el establecimiento bajo el sistema internacional fideicomisario y confirmándose esta unión administrativa bajo el nombre de Territorio de Papúa y de Nueva Guinea. El acta proveyó un Consejo Legislativo (establecido en 1951), una organización judicial, un servicio público y un sistema de gobiernos locales (Knauft, 1999). Una Cámara de Representantes

reemplazó al Consejo Legislativo en 1963. En 1972, el nombre del territorio fue cambiado a Papúa Nueva Guinea.

En 1972 se celebraron las primeras elecciones democráticas, que dieron paso a la formación de un ministerio dirigido por Michael Somare, quien prometió implantar un gobierno autónomo para más tarde alcanzar la independencia (CDP, 2006). En efecto, el 1 de diciembre de 1973, Papúa Nueva Guinea pasó a ser dirigida por un gobierno autónomo y, más tarde, el 16 de septiembre de 1975, alcanzó la independencia.

Tras las elecciones nacionales de 1977, Somare fue nombrado primer ministro con el apoyo de una coalición. Sin embargo, su gobierno empezó a perder la confianza del pueblo y fue reemplazado por un nuevo gabinete con Julius Chan como primer ministro. En las elecciones de 1982 el partido Pangu volvió a ganar popularidad y Somare salió otra vez elegido (CDP, 2006). Sin embargo, en noviembre de 1985, el gobierno volvió a perder apoyos, lo que dio paso a que Paias Wingti saliese elegido en las elecciones de julio de 1987 con el respaldo de una coalición de cinco partidos (CDP, 2006). Sin embargo, en julio de 1988, otra vez por falta de confianza, Rabbie Namaliu, quien semanas antes había reemplazado a Somare en la dirección del partido Pangu, pasó a ocupar el cargo de Primer Ministro.

El escenario político de Papúa Nueva Guinea es muy competitivo dado que la mayoría de los miembros resultan elegidos por razones personales o étnicas por sus electores y no por afiliación partidista. Los miembros del Parlamento se eligen mediante un sistema de mayoría relativa, y los ganadores con frecuencia obtienen menos del 15% de los votos (CIA, 2014). Existen varios partidos, pero la fidelidad partidista no es fuerte. Normalmente se trata de atraer a los candidatos ganadores con el fin de alcanzar la mayoría necesaria para formar un gobierno y las lealtades son cambiantes (Malik, 2014). Hasta el momento, ningún partido ha logrado obtener suficientes escaños para formar un gobierno por derecho propio. Habida cuenta de que los parlamentarios, en su mayoría, no retienen los escaños (el 75% los perdieron en 2002), la estructura partidista es débil y el liderazgo nacional inestable (Malik, 2014). El gobierno actual se formó por una coalición de varios partidos después de las elecciones de 2002, en las que prácticamente todos los miembros del gabinete anterior perdieron sus escaños. Fue elegido Primer Ministro Sir Michael Somare, líder de la Alianza Melanesia (y primer dirigente en ocupar ese cargo en su país en 1975).

Papúa Nueva Guinea tiene un historial de cambios de coaliciones gubernamentales y liderazgo surgidos del seno del Parlamento durante los intervalos quinquenales entre una elección nacional y otra (Somare, 2004). Los nuevos gobiernos están protegidos por la ley contra los votos de desconfianza durante los 18 meses iniciales de su ejercicio en el cargo, y tampoco se pueden presentar votos de desconfianza en los 12 meses precedentes a las elecciones nacionales; estrategia que se ha planteado como una estrategia para mantener la estabilidad política del país y asegurar la democracia (CDP, 2006).

En 1999, en un esfuerzo por crear una mayor estabilidad mediante la reducción de los incesantes votos de desconfianza, se aprobó la Ley de Integridad de los Partidos Políticos, mediante la cual se prohíbe a los miembros del Parlamento cambiar de partido durante su período en el cargo (CDP, 2006).

En 2003, se cambió el sistema electoral al de votación preferencial limitada, con el que muchos esperan estimular a los políticos a forjar alianzas y a sensibilizarse, una vez elegidos, con respecto a las preocupaciones de los electores (Vahau, 2007). El nuevo sistema se empleó por primera vez en unas elecciones secundarias celebradas en 2004, en las que se obtuvieron resultados moderados, pero favorables (Somare, 2004).

La política exterior de Papúa Nueva Guinea refleja sus estrechos vínculos con Australia y otros aliados tradicionales (ADFAT, 2012). El país es, sin lugar a dudas, la mayor nación insular del Pacífico (sin incluir Australia y Nueva Zelandia, las dos grandes naciones del continente de Oceanía) y siempre se ha considerado como parte del Pacífico.

Sin embargo, en los últimos años, ha ido estableciendo relaciones con las naciones asiáticas. Papúa Nueva Guinea mantiene relaciones diplomáticas con 56 países y su postura con respecto a los problemas internacionales, tanto políticos como económicos, suele ser moderada.

1.1.2. Economía

El país posee gran cantidad de recursos naturales (forestales, marinos, mineros, entre muchos otros). Sin embargo, la explotación de los mismos siempre se ha visto obstaculizada por la carencia de infraestructuras y tecnología de desarrollo (World Bank, 2015). No obstante, las fuentes mineras, incluyendo el petróleo, el cobre y el oro, representan las cuatro quintas partes de sus exportaciones. Con respecto al sector agrícola, el país mantiene una agricultura de subsistencia que sirve únicamente para el consumo local, si bien ha tomado cierto auge la industria maderera. La tasa de neta actual de crecimiento anual del país es del 2,34% (World Bank, 2015).

La pesca está explotada industrialmente en concesiones a otros países (licencias atuneras que son otorgadas a grandes países pesqueros como Japón, España o Noruega) y constituye una fuente importante de ingresos para el país, siendo la Autoridad Nacional de Pesca una de las principales organizaciones gubernamentales del territorio (SPC, 2007). A pesar de la gran cantidad de recursos pesqueros oceánicos del país, la limitada gestión de los recursos pesqueros costeros y continentales ha hecho que una gran parte de la población local no tenga acceso al pescado como proteína de origen animal, de ahí la relevancia de un sector acuícola sostenible para cubrir dichas carencias (SPC, 2011).

A pesar de las altas potencialidades del país, en 1995 fue necesaria la intervención del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial para ajustar un programa de desarrollo, que debió rehacerse en 1997 tras los efectos de la sequía que mermó gravemente la producción de café, cacao, té, azúcar y coco (ADB, 2008). En la actualidad la situación se ha estabilizado, con un crecimiento en la producción agrícola de un 3,9 % de media anual desde el año 1999 (James, 2012).

El valor de las exportaciones supuso en torno al 47,5% del PIB en el año 2011 (SPC, 2007), siendo los principales productos exportados el oro, mineral de cobre, petróleo, madera, aceite de palma y café. Los mercados principales de destino de estos productos son Australia, Japón, Alemania, Reino Unido, Corea del Sur y China. El valor de las importaciones supuso el 46,1% del PIB en 2011, siendo los siguientes bienes los de mayor relevancia de importación: maquinaria y equipos de transporte, bienes manufacturados, alimentos, combustibles y productos químicos (SPC Geoclip, 2017). Los proveedores principales de dichos productos son Australia, Singapur, Japón, Estados Unidos, Nueva Zelandia y Malasia (ADFAT, 2012).

1.1.3. Demografía

Papúa Nueva Guinea conforma uno de los países más diversos del planeta como se ha mencionado anteriormente, en el que existen 836 lenguas indígenas (el 12% del total mundial) y una gran mayoría de sociedades indígenas con una población mayor a los 2 millones (Malik, 2014). Es también uno de los lugares más rurales del planeta, con sólo un 18% de la población viviendo en centros urbanos. La población nativa está constituida por cientos de grupos étnicos, la mayoría de los cuales son papúes o hablantes de

lenguas papúes, que habitan el país desde hace decenas de miles de años y se localizan principalmente en las zonas montañosas del país (Pickell. 2002).

El segundo grupo lo forman los hablantes de lenguas austronesias oceánicas, que tienen su origen en antiguas migraciones malayas y habitan, sobre todo, en las costas. Estos dos grupos están bastante mezclados y constituyen la base de la población melanesia. Otros grupos étnicos presentes en Papúa Nueva Guinea son polinesios, micronesios, chinos, filipinos, europeos y australianos. En el país hay tres idiomas oficiales, el inglés es uno de ellos, aunque poca gente lo habla, y su uso se focaliza en las grandes ciudades.

La mayoría de la gente en la zona norte habla la lengua criolla “tok pisin”, que es una variante del inglés usado como lengua franca (Pickell. 2002). En la región sur de Papúa, la gente puede usar el tercer idioma oficial, el “hiri motu”. Cerca de un tercio de la población se adhiere a creencias indígenas, mientras el resto es cristiano (AusAID, 2005). Cerca de un tercio de los cristianos son católicos, mientras que el resto está dividido entre varias denominaciones protestantes.

Los residentes extranjeros suponen solamente el 1% de la población. Más de la mitad es de estos extranjeros son de origen australiano; otros provienen del Reino Unido, Nueva Zelandia, Filipinas y los Estados Unidos, y en su mayoría son misioneros o trabajadores de la industria minera (AusAID, 2005). Desde la independencia, unos 900 extranjeros se han nacionalizado.

Con respecto a la población local, aunque las diferentes comunidades y tribus son altamente variadas, las estructuras tradicionales comunitarias de Papúa Nueva Guinea presentan, por lo general, las características siguientes (Hanson, 2001):

- Práctica de una economía de subsistencia.
- Reconocimiento de lazos de parentesco con obligaciones que trascienden el grupo familiar inmediato.
- Relaciones generalmente igualitarias con hincapié en la situación socioeconómica adquirida, en lugar de la heredada.
- Estrechos nexos entre las personas y la tierra, que es de tenencia comunal. Las comunidades tradicionales no reconocen la transferencia permanente de la propiedad cuando se vende la tierra.
- Aunque en algunas de las comunidades es posible heredar tierras y otros bienes por línea materna, por lo general a las mujeres se les considera y trata como inferiores. La violencia doméstica es considerada en el país como un mal endémico.

El mayor problema demográfico en la actualidad es la expansión del VIH/SIDA, siendo el país con la más alta incidencia en el Pacífico y el cuarto país de la zona que cumple con los criterios de epidemia generalizada para esta enfermedad (ADB, 2008).

La población se concentra principalmente en la capital, Port Moresby (población estimada: 320000 habitantes), y otras ciudades principales como Lae (90000 habitantes) y Mt. Hagen (71000 habitantes) (NSO, 2014).

Con respecto al sistema educativo nacional, no hay años de enseñanza estipulados como obligatorios. El 71,1% de los hombres está alfabetizados, mientras que solamente el 57,1% de las mujeres lo están, según los datos del 2011. Con respecto a la salud nacional, la mortalidad infantil supera el 56 por cada 1000 nacidos vivos (UNICEF, 2011), y la esperanza de vida es de 58,6 años (NSO, 2014). La población total en Papua Nueva Guinea se estimó en 8 millones de personas en 2016, según las últimas cifras del censo público (Figura 2). En el año de 1960, Papua Nueva Guinea tenía una población solamente de 2 millones de personas.

Figura 2. Evolución de la población de Papúa Nueva Guinea desde 2008 hasta 2016 (Trading economis freeweb, 2017)



1.1.4. Geografía

El país ocupa la mitad oriental de la isla de Nueva Guinea, la otra mitad es parte del estado de Nueva Guinea Occidental de Indonesia, así como una numerosa cantidad de islas situadas alrededor de la isla de Nueva Guinea (IPA, 2006).

- Ubicación: sudeste de Asia, archipiélago que incluye la mitad oriental de la isla de Nueva Guinea entre el mar de Coral y el océano Pacífico, al este de Indonesia
- Coordenadas geográficas: 6°00' S 147°00' E

Área:

- Total: 462 840 km²
- Tierra: 452 860 km²
- Agua: 9980 km²

Límites en tierra:

- Total: 820 km
- Países limítrofes: Indonesia 820 km

Línea costera: 5152 km

Soberanía marítima: medido desde las líneas de costa de las islas que forman el archipiélago

- Placa continental: 200 m de profundidad
- Zona de pesca exclusiva: 200 millas náuticas
- Mar territorial: 12 millas náuticas

Clima: tropical; monzón noroccidental de diciembre a marzo, monzón suroriental de mayo a octubre, pequeñas variaciones en temperatura.

Terreno: mayormente montañoso con planicies en las costas.

Puntos extremos:

- Punto más bajo: océano Pacífico 0 m
- Punto más alto: Monte Wilhelm 4 509 m

Recursos naturales: oro, cobre, plata, gas natural, madera, petróleo, pesca.

Uso de la tierra (FAO AQUASTAT, 2016):

- Tierra arable: 0,1 %
- Cultivos permanentes: 1 %
- Pastos permanentes: 0 %
- Bosques: 92,9 %
- Otros: 6 % (1993, estimativo)
- Tierras irrigadas: 0,3%

Peligros naturales: vulcanismo; se encuentra situado dentro del Cinturón de fuego del Pacífico; el país soporta frecuentes seísmos y maremotos (Salak, 2004).

Asuntos medioambientales: la mayor parte del país está cubierta de bosque húmedo, el cual se encuentra en grave proceso de deforestación como resultado del aumento de la demya comercial de madera (IPA, 2006). Por otro lado, existe una marcada contaminación debida a los numerosos proyectos mineros. Uno de los aspectos medioambientales de mayor impacto pero que está recibiendo un apoyo muy limitado en el país es la introducción de especies exóticas, algunas de ellas altamente invasivas, a través de la frontera con Indonesia (NFA, 2017. Comunicación Personal). Este aspecto es especialmente importante dentro del sector acuícola, dado que se han introducido especies acuáticas de cultivo de Indonesia, tanto de manera accidental, como de manera intencionada, que están teniendo un grave impacto en la delicada biodiversidad acuática de ciertas regiones (Australian Geographic, 2014).

1.1.5. Recursos hidrológicos

Geológicamente, Papúa Nueva Guinea se puede considerar como una isla joven. La presencia de altas montañas y de lluvias abundantes conduce a una alta escorrentía sobre la mayor parte del país (SOPAC, 2007). En el país existen nueve divisiones de drenaje o cuencas hidrológicas: las cuencas de los ríos más importantes son el Sepik, Mosca, Purari y Markham (Wateraid, 2006). A pesar de que el Sepik tiene flujo anual más bajo, cuenta con la mayor área de captación, 78000 km², seguido del río Mosca con 61000 km², después el río Purari 33670 km², y por último el río Markham con 12000 km². El resto de las cuencas del país son menores de 5000 km² de superficie (FAO, 1999).

Los recursos hídricos internos renovables estimados son de alrededor de 801 km³/año (UNEP y la FAO, 2002). Dado que el país tiene una enorme abundancia de recursos hídricos superficiales y no existen consumidores a gran escala, no se han utilizado de manera remarcada los recursos hídricos de aguas subterráneas (UNEP y la FAO, 1999). Sin embargo, en los últimos años estos recursos subterráneos están siendo utilizados como una fuente de agua fiable y de alta calidad en ciertas regiones del país (Wateraid, 2006; Japanese ODA, 2010).

Por otro lado, existen 5383 pequeños lagos naturales de agua dulce. Solamente el 22% de ellos cuenta con una superficie superior a 1.000 Ha. El lago Murray es el más grande del país, con una superficie de 64700 Ha (FAO, 1999).

En 1986 se construyeron tres presas de más de 15 m de altura. El potencial hidroeléctrico teórico bruto para Papúa Nueva Guinea es de 175000 GWh/año (ADB, 2008). En 1990, la capacidad instalada total fue de 163 MW y la generación anual fue de 438 GWh.

En el año 2008, dentro de la capacidad de generación de energía total del país de 580 MW, la energía hidroeléctrica fue responsable de la generación de 220 MW (ADB, 2008).

La presa del Sirinimu, que fue inaugurada en 1963, proporciona el agua de consumo y la electricidad de Port Moresby, la capital del país (NLA, 1963). La presa Yonki, una presa construida con tierra de relleno, es la presa hidroeléctrica del río Ramu que suministra agua y electricidad a las comunidades de las Tierras Altas Orientales. En 2006 la capacidad total de esta presa se estimó en 665 millones de m³ (CDP, 2006).

Con respecto al uso transfronterizo de los recursos hídricos, en 1973 se aprobó un acuerdo entre Australia (actuó en su propio nombre y en nombre de Papúa Nueva Guinea) e Indonesia, relativo a las disposiciones administrativas con respecto a la frontera entre Papúa Nueva Guinea e Indonesia, que involucró a la cuenca del Sepik (el 97% de su cuenca está en Papúa Nueva Guinea y el 3 % en Indonesia) y la cuenca del río Mosca (el 93% de su cuenca se encuentra en Papúa Nueva Guinea y el 7 % en Indonesia) (PNUMA y FAO, 2002).

Con respecto al uso del agua, como se ha remarcado anteriormente, la agricultura “de subsistencia” es una de las principales actividades económicas en el país. Debemos remarcar que la mayoría de los cultivos son de secano y por ello hay un uso relativamente bajo de los recursos hídricos para este sector (PNUMA y la FAO, 2002). Existe evidencia de que las comunidades de Papúa Nueva Guinea comenzaron a utilizar sistemas sencillos de irrigación en agricultura hace más de 450 años. Los métodos tradicionales de irrigación incluyen (FAO, 1999):

- Inundaciones simples, donde el agua es conducida al borde superior de la parcela y luego circula hacia abajo, con barreras de piedra o de madera para frenar el flujo. Estas barreras ayudan a controlar la erosión y a atrapar sedimentos. En algunos casos, las terrazas de cultivo se construyen directamente en el lecho de pequeños arroyos. Esta es una práctica que se lleva a cabo principalmente en las tierras altas de Enga, Madang, Western Highlands, Montañas del este y provincia de Morobe. Las parcelas de cultivo con este tipo de riego son generalmente pequeñas.
- El sistema “Pondfield” o de estanque, en el que la superficie plantada está en un estanque artificial, a través del cual se mantiene el agua que fluye constantemente. El sistema se utiliza sobre todo en las islas Massau en el cultivo de arroz.
- Sistema de regadío por surco, donde se distribuye el agua a través de surcos pequeños y poco profundos para que se reparta lateralmente a través del suelo. Este sistema se utiliza en el oeste de la provincia de Nueva Inglaterra y en la provincia de Bougainville.

Con respecto al cultivo de arroz, un estudio de FAO en 1986 identificó una superficie de 36000 Ha como agrónomicamente adecuada para la producción de arroz, y a partir de este análisis una empresa comercial del valle de Markham-Ramu introdujo el cultivo a través del riego suplementario de ciertas parcelas (FAO, 1999). Sin embargo, el proyecto fue abandonado más tarde por razones económicas.

Las principales instituciones gubernamentales involucradas en la gestión de los recursos hídricos y la irrigación son (IPA, 2006):

- Departamento de Medio Ambiente y Conservación (DEC), que se encarga de la gestión y protección de los recursos hídricos del país, control de la contaminación, legislación relacionada con el agua y su aplicación. El objetivo principal del Servicio a cargo de la gestión de los recursos hídricos es “monitorizar, gestionar y controlar los recursos hídricos del país de una manera eficaz y eficiente en beneficio de la comunidad, como se estipula en la Ley de 1982 Recursos de Agua” (Wateraid, 2006). La Oficina de Servicios Hidrológicos mantiene una red de estaciones hidrológicas de todo el país, así como un banco nacional de datos hidrológicos y lleva a cabo el análisis de recopilación de datos hidrológicos y archivo para el gobierno y los clientes.
- Departamento de Recursos Minerales (GSPNG), que se encarga de prestar asesoramiento sobre la exploración de aguas subterráneas, la evaluación, la gestión y la protección de los recursos.
- Junta de Aguas, que es una organización de derecho público encargada del suministro de agua y del alcantarillado en 11 ciudades en todo el país, aunque no en la capital. El desarrollo y la gestión del abastecimiento de agua y del saneamiento rural ha sido delegada al Departamento de Salud desde 1987.

Protocolos de administración del agua

Papúa Nueva Guinea es un país extremadamente rico en recursos naturales, incluyendo el agua (UNEP y la FAO, 2002). Sin embargo, debido a la falta de recursos humanos y de interés político, y también debido a las limitaciones financieras subyacentes, no ha sido capaz de lograr un desarrollo sostenible en el sector del agua (Figura 3). Por estos motivos el sector del agua está altamente fragmentado y mal coordinado (SOPAC, 2007). No obstante, el cuarto principio rector de la constitución nacional del país es la conservación de sus recursos naturales (incluyendo el agua), utilizándolos para el beneficio colectivo y garantizando que se repongan en beneficio de las generaciones futuras (Japanese ODA, 2010).

Por otro lado, Papúa Nueva Guinea es un país eminentemente rural, donde hasta el 90 por ciento de la población depende de la agricultura de subsistencia o semi-subsistencia. Se debe remarcar que a pesar de este hecho no existe ningún programa significativo de desarrollo de los sistemas de regadío o una política de riego adecuada (Davison, 2013). Esta situación ha llevado al Gobierno a considerar seriamente el desarrollo de programas de riego eficaces y eficientes, según lo anunciado por el Ministro de Agricultura y Ganadería en un mensaje del Día Mundial de la Alimentación de 2015 (Japanese ODA, 2010). De acuerdo a este mensaje:

- Hay una necesidad de desarrollar programas de mejora de suministro y gestión del agua a pequeña escala, para uso doméstico y agrícola.
- El gobierno y los responsables políticos deben considerar el desarrollo de programas de regadío como un componente clave dentro de la estrategia para aumentar la producción de alimentos en el país y para mejorar la seguridad alimentaria.
- Se debe desarrollar una Política Nacional del Riego, en colaboración y a través del Departamento de Agricultura y Ganadería.

El Gobierno es consciente de que los recursos hídricos naturales del país se encuentran actualmente bajo una creciente presión debido a la gran cantidad de proyectos de desarrollo agrícola y acuícola que se están implementando en todo el estado, en conformidad con las políticas generales de desarrollo (Somare, 2004). Existe una necesidad cada vez más urgente para garantizar la protección y la conservación de este recurso natural, y para asegurar que su gestión se realiza de una manera eficaz, eficiente y sostenible (IPA, 2006).

La Ley de Aguas del año 1982 está focalizada en el control del uso del agua y la emisión de permisos para su uso. Las condiciones de cumplimiento de los permisos están diseñadas para asegurar que la calidad del medio ambiente está protegida de manera adecuada, con el fin de preservar el valor del recurso hídrico (Wateraid, 2006). Existen “demarcaciones de control del agua”, que son instrumentos de planificación utilizados para proporcionar una mayor protección de los valores ambientales en áreas clave o críticas.

La Ley es implementada por una “Junta de Recursos del Agua”, que está compuesta por representantes de la División y otros departamentos y agencias gubernamentales, incluyendo los Departamentos de Salud, Agricultura, Pesca, Bosques, Minería y Petróleo, así como las Juntas de agua responsables del suministro de agua y de la red de alcantarillado (Japanese ODA, 2010). El Servicio de Gestión de Recursos Hídricos está obligado a proporcionar a la Junta de Recursos del Agua el asesoramiento preciso para el manejo de los asuntos relacionados con el agua, y para aplicar y hacer cumplir las decisiones y recomendaciones de la Junta de conformidad con la Ley (FAO AQUASTAT, 2016).

Un componente clave en la gestión racional de los recursos hídricos es la disponibilidad de información precisa sobre la que basar las evaluaciones. La integridad y la eficacia de las estrategias de planificación y de los programas de gestión, que forman la base de los consejos dados a la Junta, dependen principalmente de la calidad de estas evaluaciones (IPA, 2006). Con respecto a la situación presupuestaria, las asignaciones destinadas al sector del agua y saneamiento son relativamente pequeñas, aunque el clima político, como se ha mencionado anteriormente, está mejoryo (Wateraid, 2006).

Figura 3. Cálculo de los recursos hídricos renovables en Papúa Nueva Guinea (FAO AQUASTAT, 2016)

RHR INTERNOS		
Precipitación (mm/año)	[1] 3 142	
Superficie del país (1000 ha)	[2] 46 284	
Precipitación (km ³ /año)	[3] 1 454 $= [1] \times [2] \times 10^{-6}$	
Agua superficial: producida internamente	[4] 801	
Agua subterránea: producida internamente	[5] 211.6 ^(a)	
Parte común entre aguas superficiales y subterráneas	[6] 211.6 ^(b)	
RHR internos totales	[7] 801 $= [4] + [5] - [6]$	
RHR EXTERNOS		
	Natural	Contabilizadas
Agua superficial		
Agua superficial que entra al país	[8] 0	[9] 0
Entradas sometidas a acuerdos		[10] 0
Entradas aseguradas mediante tratados		[11] 0
Agua superficial en ríos fronterizos	[12] 0	[13] 0
Entradas contabilizadas		[14] 0 $= [9] + [10] + [11]$
Agua superficial que sale del país	[15] 0	[16] 0
Salidas no sometidas a acuerdos		[17] 0
Salidas sometidas a acuerdos		[18] 0
Salidas aseguradas mediante tratados		[19] 0
Agua superficial externa renovable total		[20] 0 $= [15] + [16] + [17] + [18] + [19]$
Agua subterránea		
Agua subterránea que entra al país	[21] 0	[22] 0
Agua subterránea que sale del país	[23] 0	[24] 0
RHR externos totales	[25] 0	[26] 0 $= [21] + [22] - [23] + [24]$
RHR TOTALES		
Agua superficial	[27] 801 $= [7] + [20]$	
Agua subterránea	[28] 211.6 $= [5] + [26]$	
Parte común entre aguas superficiales y subterráneas	[29] 211.6 ^(b)	
RHR totales	[30] 801 $= [27] + [28] - [29]$	
Tasa de dependencia (%)	[31] 0 $= 100 \times \frac{[26]}{[30]}$	

1.1.6. Cultura

La cultura de Papúa Nueva Guinea es muy compleja como se ha descrito con anterioridad. Actualmente se estima que existen más de mil grupos culturales. A causa de esta diversidad, se puede encontrar una gran variedad de expresiones culturales, donde cada grupo ha creado su propia forma de arte, bailes, costumbres, música, etc. La mayoría de estos grupos “culturales” tiene su propio lenguaje, y existen muchos casos en los que cada aldea tiene un idioma único porque se encuentra realmente aislada del resto de aldeas de la región (Pickell. 2002). Papúa Nueva Guinea tiene uno de los niveles más altos de diversidad idiomática en proporción a su demografía, y esto tiene que ver con la geografía local, que ha permitido que diversas comunidades existan históricamente separadas las unas de las otras desarrollando su propia lengua. La gente acostumbra a vivir en aldeas que subsisten gracias a la agricultura, la caza y actualmente, y cada vez más, gracias a las pequeñas granjas acuícolas de engorde de especies de agua dulce (SPC, 2011). Con respecto a la caza, es una actividad relativamente común, además de la recolección de algunas plantas salvajes (IMF, 2012).

Con respecto a las culturas nacionales que están relacionadas con productos del mar, las conchas marinas solían ser la moneda local en el país hasta que fueron abolidas en 1933, pero esta herencia aún está presente en las costumbres locales: por ejemplo, para conseguir una novia, el novio debe conseguir una cierta cantidad de conchas de almejas de borde dorado (Armitage, 2005).

1.1.7. Estructura administrativa

El país está dividido administrativamente en 22 provincias (Figura 4), que se agrupan en cuatro regiones:

- Región de las Tierras Altas: provincias de Hela, Jiwaka, Simbu, Tierras Altas Orientales, Enga, Tierras Altas del Sur, y Tierras Altas Occidentales.
- Región de las Islas: provincias de Nueva Bretaña del Este, Manus, Nueva Irlya, Bougainville, y Nueva Bretaña del Oeste.
- Región de Momase: provincias de Sepik del Este, Madang, Morobe, y Syaun o Sepik del Oeste.
- Región de Papúa: provincias de Central, Golfo, Milne Bay, Oro, Occidental y el Distrito Capital Nacional.

Las provincias del país son las siguientes (ver ubicación en la Figura 4):

1. Central
2. Simbu
3. Tierras Altas Orientales
4. Nueva Bretaña del Este
5. Sepik del Este
6. Enga
7. Golfo
8. Madang
9. Manus
10. Milne Bay
11. Morobe
12. Nueva Irlya
13. Oro
14. Bougainville
15. Tierras Altas del Sur
16. Occidental

- 17. Tierras Altas Occidentales
- 18. Nueva Bretaña del Oeste
- 19. Syaun
- 20. Distrito Capital
- 21. Hela
- 22. Jiwaka

Figura 4. Provincias de Papúa Nueva Guinea (nationsonline.org)



Tabla 1. Principales asociaciones y cooperativas acuícolas existentes en Papúa Nueva Guinea

Nombre de la asociación	Ubicación	Especies cultivadas	Información adicional
Asociación de productores continentales de las tierras medias del país	Goroka y provincias de las tierras medias del país	Tilapia del Nilo Carpas chinas Carpas Indias	<p>Esta asociación se constituyó en 2014 y desde entonces ha colaborado activamente con el DAL provincial para conseguir armonizar ciertos aspectos de la producción, como los precios y la calidad de los alevines, el alimento y algunos de los equipos necesarios para el cultivo.</p> <p>La mayor parte de las granjas no están registradas en ninguna base de datos y sus datos productivos no son recopilados por el DAL.</p> <p>Se trata de productores de subsistencia con pequeños estanques (de 50 a 200 m²) en policultivo (cultivo de varias especies de agua dulce a la vez, siendo la tilapia del Nilo la especie de mayor relevancia en valor y en cantidad en el estanque).</p> <p>Comercializan el producto final en el mercado local.</p>
Asociación de productores de trucha arco iris de las tierras altas del país	Monte Hagen y provincias de las tierras altas	Trucha arco iris	<p>Esta asociación fue fundada en el 1997 por los principales productores de esta especie. Todas las granjas están registradas y reportan sus datos productivos (estimativos) a elDAL. Producen en monocultivo semi-intensivo destinado al mercado local.</p> <p>Existe un laboratorio de producción de semilla que también forma parte de la asociación.</p>
Cooperativa de productores de alga roja cottonni de la Provincia de Bougainville	Bougainville y sus islas	Alga roja cottonni (<i>Kappaphycus alvarezii</i>)	<p>Esta cooperativa fue fundada muy recientemente, en el 2014, cuyo comenzó la producción de alga roja cottonni en el país (en la provincia de Bougainville).</p> <p>La producción comenzó a través de la introducción (ilegal) de plántulas de este algaprocidentes del país vecino Islas Salomon.</p> <p>Se trata de pequeños productores que, a través de la cooperativa, cosechan, almacenan y pre-procesan el alga para exportarla conjuntamente a países asiáticos.</p>

1.2. Instituciones implicadas en la Tesis

1.2.1. Organización para la alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO)

Dentro de la Organización para la alimentación y la agricultura de las Naciones Unidas, el Servicio de Acuicultura dentro del Departamento de Pesca y Acuicultura ha sido el encargado de proporcionar los fondos necesarios para la realización de esta evaluación, provenientes de su programa regular, que, sin duda, dará lugar a estudios ulteriores. Como breve reseña, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mundialmente conocida como FAO, es un organismo especializado de la ONU que dirige las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre. Brinda sus servicios tanto a países desarrollados como a países en vías de desarrollo y actúa como un foro neutral donde todas las naciones se reúnen como iguales para negociar acuerdos y debatir políticas.

También es fuente de conocimiento e información y ayuda a los países en vías de desarrollo y transición a modernizar y mejorar sus actividades agrícolas, forestales, ganaderas, acuícolas y pesqueras con el fin de asegurar una buena nutrición para todos.

Actualmente la FAO cuenta con 197 miembros: 194 Estados Miembros, 1 Organización Miembro (la Unión Europea) y 2 Miembros Asociados (Islas Feroe y Tokelau), y forma parte del Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo. La Organización se creó el 16 de octubre 1945 en la Ciudad de Quebec (Canadá). En 1951 se crearon sedes en los siguientes países: Washington D.C. (Estados Unidos) y Roma (Italia).

El organismo está dirigido por la Conferencia de los Estados Miembros, que se reúne cada dos años para revisar el trabajo realizado por la organización y para aprobar el Programa de Trabajo y el Presupuesto para el siguiente período de dos años. La Conferencia elige un Consejo de 49 Estados Miembros (elegidos por un período de tres años y cuyos mandatos expiran escalonadamente), que actúa entre los períodos de sesiones de esta, en calidad de órgano ejecutivo. El Director General dirige las actividades del organismo.

La FAO está compuesta por ocho departamentos: Administración y Finanzas; Agricultura y Protección del Consumidor; Desarrollo Económico y Social; Pesca y Acuicultura; Forestal; Conocimientos, Investigación y Extensión; Manejo de Recursos Naturales y Cooperación Técnica. Las actividades de la FAO comprenden las siguientes cinco esferas principales (FAO, 2017):

- Facilitar información y apoyar la transición hacia una agricultura sostenible.
- Fortalecer la voluntad política y compartir conocimientos especializados en materia de políticas.
- Reforzar la colaboración público-privada para mejorar la agricultura en pequeña escala.
- Llevar el conocimiento al campo.
- Apoyar a los países a prevenir y mitigar los riesgos de seguridad alimentaria y nutricional.

La realización de esta evaluación del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea se enmarca dentro del “Programa Especial para la Seguridad Alimentaria”, que es una de las principales iniciativas de la FAO para alcanzar la meta de reducir a la mitad el número de personas que sufren hambre en el mundo para el 20120 (actualmente se estima en cerca de 1.000 millones de personas), como parte de su compromiso con los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Dentro de esta iniciativa se realizan proyectos en más de 100 países en todo el mundo, promoviendo soluciones eficaces y concretas para la eliminación del hambre, la desnutrición y la pobreza (FAO, 2017).

Actualmente 102 países participan en el programa y de éstos aproximadamente 30, siendo Papúa Nueva Guinea uno de ellos, han comenzado a pasar de programas pilotos a programas nacionales.

Para maximizar el impacto de su labor, la FAO promueve fuertemente que los países se hagan suyos los programas y fomenten la participación ciudadana en los países en los que opera.

1.2.2. Secretaría General del Pacífico (SPC)

La Secretaría General del Pacífico, también conocida como la “Comunidad del Pacífico” es una organización intergubernamental que representa a 26 países del continente de Oceanía. La Comunidad del Pacífico es la principal organización científica y técnica en la región del Pacífico, apoyo de manera relevante el desarrollo de esta región desde 1947. Es una organización de desarrollo internacional que es propiedad y se rige a través de los 26 miembros, que son tanto países independientes como territorios (este es el caso de ciertos territorios franceses como Nueva Caledonia, Wallis y Futuna y La Polinesia Francesa, o americanos, como Samoa Americana o Guam).

La misión principal de la organización (SPC, 2017) es lograr el bienestar de la población del Pacífico a través de la aplicación efectiva e innovadora de la ciencia y el conocimiento, siguiendo una profunda comprensión de los contextos y culturas de las Islas de la Región.

La organización asesora de manera activa a más de 25 sectores, como el sector agrícola, ganadero, pesca, acuicultura, forestal, industria, minería, sanidad, educación y estadística, entre muchos otros. Es una organización altamente reconocida por sus conocimientos y su innovación en áreas como la ciencia de la pesca, vigilancia epidemiológica de la salud pública, ciencias de la tierra y la conservación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

Gran parte de la atención de la organización se centra en cuestiones transversales, como el cambio climático, la gestión del riesgo de desastres, la seguridad alimentaria, la igualdad de género, los derechos humanos, las enfermedades no transmisibles y el empleo juvenil. La organización promueve un enfoque multisectorial en la respuesta a las prioridades de desarrollo, basándose en las habilidades y capacidades de toda la región y en sus socios internacionales, y apoyo el fortalecimiento de las comunidades del Pacífico, facilito el intercambio de conocimientos y habilidades entre los países y territorios.

Los principales objetivos de desarrollo de la organización son los siguientes (SPC, 2017):

- Objetivo 1 – que los habitantes del Pacífico puedan alcanzar un desarrollo económico sostenible.
- Objetivo 2 – que las comunidades del Pacífico dispongan de las herramientas para adaptarse a los cambios y a las crisis.
- Objetivo 3 – que las comunidades del Pacífico puedan vivir una vida larga y saludable.

1.2.3. Autoridad Nacional de Pesca de Papúa Nueva Guinea (NFA)

La visión general de esta Autoridad es la gestión eficaz de la pesca y de los recursos marinos, promoviendo unos beneficios sostenibles y equitativos. La Autoridad Nacional de Pesca (NFA) es una autoridad legal no comercial, establecida y opero bajo la Ley de pesca de 1998, y el resto de los reglamentos relacionados. Los valores fundamentales de la autoridad son los siguientes (NFA, 2017):

- El mejor servicio al cliente a todos los niveles.
- La transparencia, la integridad y la imparcialidad.
- El profesionalismo y la excelencia en la gestión del tiempo y la ética de trabajo.

- La comunicación abierta y respeto mutuo.
- El conocimiento, la gestión de la calidad y el aprendizaje continuo.

El proceso de transformación de un Ministerio a una autoridad legal a cargo del sector pesquero se llevó a cabo con la ayuda de un proyecto de fortalecimiento institucional mediante préstamos del Banco Asiático de Desarrollo, como parte de un Proyecto de Desarrollo de la Pesca en Papúa Nueva Guinea en el año 2001. La principal prioridad de la NFA en los últimos dos años ha sido cambiar su cultura corporativa y transformar la Autoridad en un ente regulador y supervisor efectivo y activo en el desarrollo del sector pesquero del país. Bajo este plan, NFA se ha convertido en una organización más pequeña y más centrada en la gestión de la pesca sostenible y eficaz.

Dentro de la autoridad nacional de pesca y gracias a un proyecto financiado por Australia, se ha creado la “Escuela Nacional de Pesca”, que opera como parte de la NFA en acciones de capacitación, formación y educación a todos los niveles, destinados a una gran variedad de actores. Dentro de este proyecto se han diseñado nuevos cursos formativos, centrados específicamente en satisfacer las necesidades de la industria pesquera y de las comunidades costeras, y para proporcionar las habilidades necesarias para el desarrollo de la pesca de Papúa Nueva Guinea. Por el momento, esta escuela nacional no imparte ningún curso formativo destinado al sector acuícola. La autoridad nacional de pesca cuenta con las siguientes divisiones (NFA, 2017):

1. Dirección: su función es ejercer un liderazgo dinámico y transparente, una toma de decisiones basadas en datos con peso científico, y reconocimiento internacional, y una ordenación de las prácticas pesqueras.
2. Junta: su función es asegurar un buen gobierno y dar curso a las políticas gubernamentales en el desarrollo y la ordenación de la pesca.
3. Servicios Corporativos: su función es proporcionar los servicios administrativos y una organización eficiente en materia de:
 - Gestión de Recursos Humanos.
 - Servicios Legales.
 - Gestión de la propiedad.
 - Tecnología y Gestión de la Información.
 - Comunicación y Relaciones Públicas.
4. Finanzas y Contabilidad: su función es garantizar la excelencia en la práctica contable y financiera, la inversión, la gestión de riesgos y la gestión de activos.
5. Gestión de la Pesca: su función es lograr una pesca sostenible mediante una gestión de la misma dinámica, innovadora y a través de prácticas eficaces y eficientes.
6. Licencias y Gestión de Datos: su función es realizar una entrega de licencias enfocada al cliente y a sus necesidades, a través de un procesamiento oportuno y de una adecuada entrada, recopilación y análisis de datos.
7. Seguimiento, Control y Vigilancia: su función está enfocada en la adopción y el mantenimiento de sistemas de prácticas óptimas para buscar el pleno cumplimiento de los reglamentos, las leyes y los códigos de conducta nacionales, regionales e internacionales.
8. Apoyo Provincial y el Desarrollo de la Industria: su función es apoyar a las pesquerías comunitarias sostenibles y equitativas, favorecer y garantizar una inversión maximizada, así como beneficios sociales y económicos a través de relaciones y alianzas estratégicas en las pesquerías comerciales e industriales.
9. Gestión de Proyectos: su función es enfocarse al establecimiento e implementación de iniciativas de proyectos estratégicos e innovadores en apoyo de las estrategias acordadas NFA.

10. Instituto de recursos marinos sostenibles: su función es realizar una intervención estratégica y duradera promoviendo el desarrollo sectorial, la mejora de las habilidades y la aplicación de políticas efectivas.

JUSTIFICACION DE LA TESIS

2. Justificación técnica de la Tesis

En el año 2012 la Autoridad Nacional de Pesca de Papúa Nueva Guinea, que es una estructura independiente dentro del Ministerio de Agricultura, solicitó de manera formal a la Secretaria General del Pacífico (SPC) y a la organización para la alimentación y la agricultura de las Naciones Unidas (FAO) apoyo técnico y financiero para realizar un estudio inicial del estado del sector acuícola en el país y un estudio de la situación sanitaria de las principales especies de cultivo. A pesar de que el sector acuícola es un sector de elevada importancia en ciertas regiones del mundo, como Asia o Europa, el desarrollo de este sector en Oceanía no ha sido tan marcado, con limitadas excepciones (ADB, 2008).

En el caso específico de Papúa Nueva Guinea, como se ha mencionado en la sección anterior, el sector acuícola es un sector que se ha desarrollado de manera muy elevada en los últimos 10 años gracias al boca a boca entre vecinos, y agricultores/ganaderos que cruzaban la frontera con Indonesia (SPC, 2011).

Los problemas que el desarrollo del sector acuícola ha sufrido en Papúa Nueva Guinea son, probablemente, más evidentes en este país que en otros debido principalmente a tres factores (FAO, 1997; HADEQ, 1998; Smith, 2000): (a) PNG no posee una bagaje o experiencia cultural de piscicultura, y las especies autóctonas de peces no han sido cultivada con éxito en el pasado (debido a la falta de experiencia práctica en las mismas y debido a sus ciclos biológicos complejos, entre otros), (b) el país tiene una orografía muy montañosa, que dificulta el transporte y el desarrollo de infraestructuras, y (c) se trata de un país en vías de desarrollo con una grave competencia sobre la utilización y el control de los recursos naturales desde la obtención de su independencia en 1975.

Podría decirse que el sector acuícola se ha desarrollado y se desarrolla en la mayor parte de las regiones a espaldas del Ministerio de Pesca, a la Autoridad de Pesca y a las autoridades locales. Esto es debido a la difícil geografía del país, tanto en el interior del mismo, como en las regiones costeras y de las islas, y, también, debido a los limitados recursos humanos y financieros, así como infraestructuras del país (James, 2012). Es por ello que la Autoridad Nacional de Pesca tenía un desconocimiento casi total de la situación del sector acuícola en el 2012 (NFA. Jacob Wani Comunicación Personal; Fishstat FAO). En resumen, la Autoridad Nacional de Pesca solicitó apoyo técnico y financiero para:

- La realización de una evaluación detallada del sector acuícola en el país en la actualidad (años 2012-2015).
- La realización de una evaluación de la situación sanitaria de las principales especies acuáticas de cultivo a nivel nacional, incluyendo:
 - Enfermedades de declaración obligatoria a la OIE.
 - Enfermedades emergentes.
 - Enfermedades de relevancia a nivel regional.

Las dos organizaciones respondieron positivamente al país, y la Secretaría General del Pacífico aceptó llevar a cabo este estudio con fondos facilitados por la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas. Como oficial de acuicultura de la Secretaría General del Pacífico he sido la encargada de llevar a cabo esta evaluación y solicité la aceptación de las tres instituciones implicadas para la utilización de los datos obtenidos y el análisis de los mismos para desarrollar mi Tesis.

Como se ha descrito anteriormente el sector acuícola en el país ha sufrido un rápido desarrollo en los últimos años (SPC, 2011). La Administración Pública no cuenta a día de hoy con la capacidad técnica y económica, ni con los recursos humanos ni financieros, para monitorear el estado actual y el desarrollo del sector.

Por otro lado, no se dispone de datos actualizados a nivel provincial o nacional con respecto al número de granjas, principales especies de cultivo, ubicación de las granjas y los laboratorios de producción de semilla, personas involucradas en el sector a todos los niveles, volumen y valor de la producción, sistemas productivos, destino del producto final, estrategias de procesado, comercialización, transporte, consumo, entre otros (Pullin, 1996). Dado que toda esta información no existía en el país de manera actualizada era extremadamente difícil conocer o estimar la contribución del sector no solamente al Producto Interior Bruto (PIB) sino también la contribución del sector a la seguridad alimentaria y nutricional, y al desarrollo económico del país en su totalidad y por provincia, en particular (NSO, 2014).

Por otro lado, Papúa Nueva Guinea es uno de los países con mayores niveles de pobreza. El 37% de la población vive bajo parám de pobreza extrema y malnutrición, y el 49% de los niños menores de 5 años sufren malnutrición (NSO, 2014). Dado que no se conoce la contribución del sector acuícola a la seguridad alimentaria y nutricional, este es un dato de extrema importancia para la Agencia Nacional de Pesca de cara a desarrollar el plan de desarrollo y gestión estratégico del sector acuícola, y asignarle una partida presupuestaria concreta. Debe tenerse en cuenta que la contribución del sector acuícola a la seguridad alimentaria y nutricional se desarrolla por dos vías:

- Consumo directo del producto cultivado, a través del consumo doméstico o de la venta del producto en mercados locales.
- Venta del producto y mejora de la economía familiar en regiones peri-urbanas y rurales.

MATERIAL

3. Material

3.1. Material utilizado en la “Evaluación general del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea”

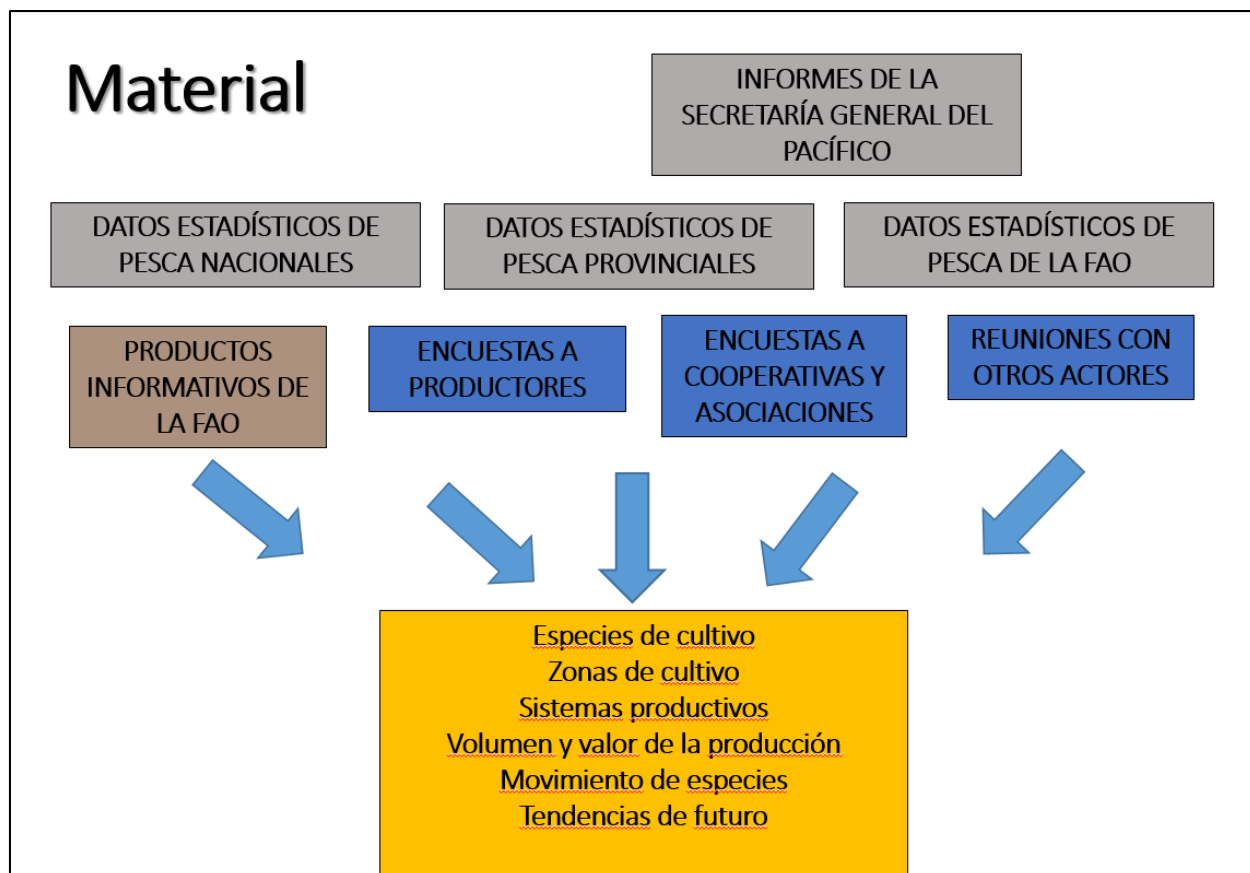
A pesar de la numerosa regulación existente y de los numerosos actores implicados en el sector acuícola que se han mencionado anteriormente, la Autoridad Nacional de Pesca carecía de datos actualizados sobre la situación del sector acuícola en el país en el año 2012, año en el que se realizó la solicitud de apoyo técnico por parte de dicha administración para la evaluación del estado sanitario de los principales stocks de las especies de cultivo acuícola en el país (SPC, 2011). De cara a llevar a cabo la evaluación del estado sanitario era imprescindible realizar previamente una evaluación completa del sector. La información a recopilar durante esta fase de evaluación del sector acuícola, previa a la evaluación del estado sanitario de los stocks de las especies de cultivo, se acordó con la autoridad nacional de pesca y es la siguiente:

- Granjas de engorde: número de granjas por especie, especie/s cultivada/s, sistema productivo, ubicación geográfica georreferenciada, producción estimada en volumen/año, producción estimada en valor/año, destino final del producto y número de trabajadores implicados.
- Laboratorios de producción de semilla: especie/s producida/s, origen de los reproductores, sistema productivo, aplicación de sistemas de mejora genética, ubicación geográfica georreferenciada, producción estimada en volumen (o en número/tamaño de semillas/año), producción estimada en valor, destino de las semillas y número de trabajadores implicados.
- Especies de cultivo: tipo genético, origen de los alevines/semilla, origen de los reproductores, sistema productivo, producto final, mercado de destino y proceso/s de transformación.

La evaluación del sector acuícola en el país se desarrolló durante los años 2013, 2014 y 2015, y estuvo basada en las siguientes fuentes de información (Figura 5):

1. Encuestas de campo llevadas a cabo a nivel municipal y provincial.
2. Georreferenciación de las granjas.
3. Reuniones con las principales cooperativas y asociaciones de productores acuícolas.
4. Discusiones de grupo con otros actores involucrados en el sector: organizaciones no gubernamentales (NGOs), organizaciones intergubernamentales (IGOs), donantes, Parroquias, colegios, etc.
5. Encuesta global sobre el sector cumplimentada por la Autoridad Nacional de Pesca (NFA).
6. Informes de las Divisiones de Pesca a nivel provincial pertenecientes al Ministerio de Agricultura.
7. Informes de la Secretaría General del Pacífico (SPC).
8. Datos estadísticos de la FAO, proporcionados a través de su base de datos “Fishstat Plus J”.

Figura 5. Esquema de las fuentes de información utilizadas para la evaluación general del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea



Las fuentes de información destinadas a la evaluación del sector acuícola se detallan a continuación de manera individual.

3.1.1. Encuestas de campo llevadas a cabo a nivel municipal y provincial durante los años 2013, 2014 y 2015.

A lo largo de los años 2013 – 2015 se llevaron a cabo las encuestas de campo a productores de engorde y laboratorios o granjas de producción de semilla en 20 provincias del país donde se desarrolla la mayor parte de la producción acuícola en la actualidad. Se realizaron 35 visitas de campo a las 20 provincias citadas anteriormente. Las visitas de campo se llevaron a cabo en colaboración con los extensionistas encargados de la pesca y la acuicultura dentro de la División Provincial del Departamento de Agricultura (DAL) de cada una de las provincias del país en las que se lleva a cabo la producción. El rol de los extensionistas encargados de la pesca y la acuicultura es proporcionar asistencia técnica a los pescadores y a los acuicultores para optimizar sus estrategias de extracción y de cultivo, respectivamente. A continuación (Tabla 2), se proporciona información detallada sobre las provincias evaluadas y su ubicación en el país, así como sobre las encuestas realizadas en las granjas de engorde y en las granjas de producción de semilla (Tabla 2). También se detallan las fechas de realización de las 35 visitas, así como el nombre y el cargo de los oficiales que colaboraron en el proceso de recopilación de datos de campo. Estos datos han sido esenciales para obtener la información necesaria sobre el sector para llevar posteriormente a cabo el estudio del estado sanitario de los principales stocks de especies de cultivo en el país.

El objetivo de estas encuestas de campo ha sido cubrir todas las provincias en las que se lleva a cabo actualmente la producción acuícola en el país, el 100% de los laboratorios de producción de semilla y el porcentaje de granjas de engorde necesarias para tener un nivel de confianza superior al 90% en los datos obtenidos.

Por otro lado, se debe recalcar que las provincias en las que se llevaron a cabo las encuestas de campo concentran más del 99% de la producción acuícola del país en la actualidad. Este dato ha sido obtenido gracias a los informes realizados por las Delegaciones Provinciales (DAL) del Ministerio de Agricultura, aunque se desconocían los datos anteriormente citados relativos al número de granjas existentes en cada provincia, número de laboratorios de producción de semilla de cada provincia, especies producidas, etc.

Las 20 provincias visitadas son las siguientes: Easter Highlys, Simbu, Western Highlys, Southern Highlys, Enga, Morobe, Medang, East Sepik, West Sepik, Oro, Milne Bay, Central, Gulf, Western, Bouganville, New Irely, East New Britain, West New Britain, Manus y Capital District (Port Moresby).

Los oficiales y extensionistas del departamento de agricultura y pesca a nivel provincial que colaboraron en la realización de las visitas de campo son los siguientes: Guideon Pama (Capital Distric, Western y Milne Bay), Havini Vira (Easter, Southern y Western Higlys), Jacob Wani (Simbu, Enga, Morobe y Medang), Jone Varma (East Sepik, Oro y West Sepik), Raymon Mow (Central, Gulf y Bouganville), Jeff Kinch (New Irely, East New Britain, West New Britain y Manus).

Las fechas en las que se llevaron a cabo las 35 visitas de terreno durante los años 2013, 2014 y 2015 se detallan a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Fechas de las visitas de campo llevadas a cabo durante los años 2013, 2014 y 2015

Provincias	Meses	2014						2015					
		E-F	M-A	M-J	J-A	S-O	N-D	E-F	M-A	M-J	J-A	S-O	N-D
Easter Highlys		X	X	X									X
Simbu					X								
Western Highlys			X	X									X
Southern Highlys			X	X									X
Enga													
Morobe					X								
Medang					X							X	
East Sepik						X					X		
West Sepik						X					X		
Oro							X					X	
Milne Bay		X							X				X
Central								X					X
Gulf								X					X
Western		X										X	
Bouganville								X	X				
New Irely										X	X		
East New Britain											X		
West New Britain											X		
Manus												X	
Capital District		X										X	

Las encuestas de campo a los diferentes productores de engorde y productores de semilla de las 20 provincias se desarrollaron en estrecha colaboración con la Autoridad Nacional de Pesca provincia. Se desarrolló un tipo de encuesta para cada fase productiva: (1) Fase de engorde y (2) Fase de producción de semilla. Las encuestas son genéricas independientemente del tipo de especie cultivada (especie de agua dulce, salada y/o salobre) y del tipo de sistema productivo (intensivo, extensivo, semi-extensivo). Estas dos encuestas han sido traducidas al español y se presentan a continuación en las secciones 2.1.1.1. y 2.1.1.2. Las encuestas han sido traducidas al español y adaptadas al formato Word. La metodología de muestreo de granjas y laboratorios, así como los datos obtenidos a través de la realización de las encuestas se presenta en detalle en las secciones de “Métodos” y “Resultados”.

2.1.1.1. Encuesta para granjas de engorde

Fecha	
Realizado por	
Provincia	
Municipio/Comunidad	
Nombre propietario/a	
Nº de trabajadores	
Ubicación GPS	
Destino final del producto	

	Tilapia del Nilo	Pez gato	Snakehead	Carpa común	Trucha	Langosta	Cangrejo	Algas	Chano
Especies/s en engorde									
Producción anual (Kg/Tm)									
Producción anual (USD)									

	Estanque de tierra	Estanque de cemento	Jaula flotante	Líneas flotantes
Sistema productivo				
Número de unidades				
Dimensiones medias				

2.1.1.2. Encuesta para laboratorios de producción de alevines/semilla

Fecha									
Realizado por									
Provincia									
Municipio/Comunidad									
Nombre propietario/a									
N° de trabajadores									
Ubicación GPS									
Destino final del producto									
	Tilapia del Nilo	Pez gato	Snakehead	Carpa común	Trucha	Langosta	Cangrejo	Algas	Chano
Semilla producida									
Producción anual (unidades)									
Dimensiones de la semilla									
Producción anual (USD)									

3.1.2. Georreferenciación de las granjas.

Durante las visitas de campo a las granjas de engorde y a los laboratorios o granjas de producción de alevines/semilla, se llevó a cabo la georreferenciación de las granjas encuestadas, lo que ha facilitado enormemente la evaluación del sector acuícola en el país, y el posterior seguimiento llevado a cabo por los oficiales de pesca y acuicultura de la NFA y por los extensionistas de cada una de las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Agricultura. El tipo de GPS utilizado y el sistema de georreferenciación, así como los resultados del mismo, se presentan en detalle en las secciones de “Métodos” y “Resultados”.

3.1.3. Reuniones con cooperativas y asociaciones de productores.

Durante las visitas de terreno se realizaron encuestas grupales a los responsables de las asociaciones y cooperativas de mayor relevancia en el país. A continuación, en el apartado 2.1.3.1., se presenta la encuesta realizada a dichas asociaciones y cooperativas, que ha sido traducida al español para la presentación de esta Tesis. La metodología de muestreo, así como los resultados de las encuestas se presentan en detalle en la sección de “Métodos” y “Resultados”.

3.1.3.1. Encuesta para cooperativas y asociaciones de productores acuícolas

Fecha	
Encuesta realizada por	
Ubicación de la sede	
Nombre de la cooperativa/asociación	
Número de asociados/cooperativistas	
Provincias implicadas	
Estatus legal	
Especies de interés	
Actividades principales	
Relación con NFA y DAL	
Año de creación	

3.1.4. Discusiones de grupo con otros actores involucrados en el sector: NGOs, IGOs, donantes, Parroquias, colegios, etc.

Durante las visitas de campo llevadas a cabo en los años 2014 y 2015 se realizaron reuniones de grupo con algunos de los principales actores implicados en el sector acuícola, aparte de los propios productores, las asociaciones y cooperativas y las instituciones gubernamentales, cuya evaluación ha sido incluida en otras secciones. La lista de las instituciones y organizaciones consultadas se elaboró en colaboración con la Autoridad Nacional de Pesca y las Delegaciones Provinciales dentro del Ministerio de Agricultura, basándose en los siguientes criterios:

1. Experiencia en el sector acuícola superior a 3 años.
2. Con sede en alguna de las 20 provincias encuestadas.
3. Con registro o estatus legal en el país.
4. Que haya mantenido un proceso de información transparente y honesta con la Autoridad Nacional de Pesca y/o con las Delegaciones Provinciales dentro del Ministerio de Agricultura.

La lista de organizaciones e instituciones encuestadas se detalla uación en la Tabla 3.

Tabla 3. Lista de instituciones y organizaciones relacionadas con el sector acuícola que han sido encuestadas

Siglas	Nombre completo	Tipología
ACIAR	Australian Centre for International Agricultural Research	Donante
ADB	Asian Development Bank	Donante
AUSaid	Australian Cooperation Agency	Donante
GIZ	German Cooperation Agency	Donante
JICA	Japanese Cooperation Agency	Donante
NACA	Network of Aquaculture Centres of Asia-Pacific	IGO

La encuesta realizada a dichas organizaciones se presenta en la siguiente sección 2.1.4.1. traducida al español y adaptada el formato Word.

3.1.4.1. Encuesta realizada a diversos actores implicados en el sector acuícola

Fecha	
Encuesta realizada por	
Nombre de la organización	
Ubicación de la sede	
Pais de origen	
Año de creación	
Provincias en las que opera	
Estatus legal	
Actividades principales relacionadas con la acuicultura	
Otras actividades	
Especies de interés	

3.1.5. Encuesta global sobre el sector cumplimentada por la Autoridad Nacional de Pesca (NFA).

El Director de la Autoridad Nacional de Pesca, Jacob Wani, en colaboración de sus colegas dentro del servicio de acuicultura, fueron encargados de la cumplimentación de un cuestionario detallado sobre el estado actual de los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura (y sus parientes silvestres) dentro de la jurisdicción nacional.

La encuesta, que ha sido traducida al español para esta Tesis, se presenta a continuación no cumplimentada con la información del país. La encuesta o “informe de país” se presenta como Anexo 1 de la presente Tesis, en inglés, y se detalla a continuación en español, para facilitar la comprensión del análisis realizado.

El cuestionario contiene 50 preguntas que están estructuradas en 8 capítulos, que analizan detalladamente el estado actual del sector, sus principales limitaciones y necesidades, así como sus perspectivas de futuro. La información proporcionada por este cuestionario ha sido analizada por una base de datos creada a tal efecto en el programa Access, y los resultados de su análisis forman parte de la sección “Resultados”.

CUESTIONARIO PARA LA PREPARACIÓN DEL INFORME NACIONAL SOBRE EL ESTADO DE LOS RECURSOS GENÉTICOS ACUÁTICOS EN LA ACUICULTURA DE PAPÚA NUEVA GUINEA

Informe preparado por: _____

Fecha: _____

INTRODUCCIÓN

Información básica de su país sobre las pesquerías de parientes silvestres de especies cultivadas, sobre la acuicultura y sobre las pesquerías basadas en el cultivo

El objetivo principal de la introducción es presentar un panorama general del país, que permita a una persona no familiarizada con el mismo conocer el contexto del informe. La introducción debería presentar una visión lo más amplia posible, ya que la información detallada se debería proporcionar en la sección III, que contenga el cuerpo principal del informe del país. Los países pueden considerar desarrollar esta sección después de haber completado el cuerpo principal del informe del país.

Por favor escriba la introducción aquí.

I. CUERPO PRINCIPAL DEL INFORME DEL PAÍS

La acuicultura, las pesquerías basadas en el cultivo y la pesca de captura, tienen importancias diferentes según los países. La estructura de los capítulos en el informe de cada país debe reflejar estas diferencias. Los países que no tienen un sector acuícola muy desarrollado, pero donde se localizan parientes silvestres de especies acuáticas cultivadas, deberían informar sobre esos recursos. Los países deberán decidir la asignación de prioridades en los diferentes capítulos de sus informes en función de sus recursos genéticos acuáticos.

Capítulo 1: El uso e intercambio de recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.

El objetivo principal del Capítulo 1 es proveer los inventarios anotados de los recursos genéticos acuáticos de las especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.

Especies acuáticas cultivadas:

1. En los últimos 10 años, la producción acuícola Nacional ha estado:
Por favor, marque lo que corresponda.

- Aumentyo
- Estable
- Disminuyendo
- Detenida
- Fluctuante
- Todavía en investigación y desarrollo
- No sabe

2. ¿Cuál es la tendencia esperada de la producción en los próximos 10 años?
Por favor, marque lo que corresponda.

- Aumentyo
- Estable
- Disminuyendo
- Detenida;
- Fluctuante
- Todavía en investigación y desarrollo
- No sabe

3. ¿Es la identificación y nomenclatura de las especies cultivadas, subespecies, híbridos, cruzamientos, cepas, triploides y otros tipos distintos precisa y actualizada?
Por favor, marque lo que corresponda.

- Si
- No
- En su mayoría sí
- En su mayoría no

Por favor, incluya cualquier explicación o información adicional aquí.

4. ¿A qué nivel la información genética de especies cultivadas

A) ¿Está disponible? **Por favor, marque lo que corresponda.**

- En absoluto
- En un nivel mínimo
- En un cierto nivel
- En un gran nivel

B) ¿Es utilizada para el manejo y la gestión de dichas especies?
Por favor, marque lo que corresponda.

- En absoluto
- En un nivel mínimo
- En un cierto nivel
- En un gran nivel

Por favor, incluya cualquier explicación o información adicional aquí.

5. ¿En qué medida los organismos acuáticos cultivados en su país proceden de alevines o juveniles silvestres o de reproductores silvestres? *Por favor, marque lo que corresponda.*
- No, en absoluto
 - En menor medida
 - En cierta medida
 - En gran medida

Por favor, incluya cualquier explicación o información adicional aquí.

6. ¿Qué proporción (%) de los programas de crianza y de los esfuerzos para el mejoramiento genético de los organismos acuáticos cultivados en su país están siendo gestionados por el sector público (investigación por parte de organismos estatales, universidades, etc.), por el sector privado por asociaciones público-privadas?
- Porcentaje gestionado por el sector público _____ *Por favor escriba el porcentaje aquí*
 - Porcentaje gestionado por el sector privado _____ *Por favor escriba el porcentaje aquí*
 - Porcentaje gestionado por asociaciones público-privadas _____ *Por favor escriba el porcentaje aquí*

Por favor, incluya cualquier explicación o información adicional aquí.

7. ¿En qué medida los organismos acuáticos genéticamente mejorados, incluyendo híbridos, cruzamientos, cepas, triploides y otros tipos distintos, contribuyen a la producción acuícola nacional en volumen (Tm)? *Por favor, marque lo que corresponda.*
- No, en absoluto
 - En menor medida
 - En cierta medida
 - En gran medida

Por favor, incluya cualquier explicación o información adicional aquí.

8. Enumere los ejemplos más significativos en los que los programas de mejora genética hayan contribuido al aumento de la producción, e indique si estos programas fueron desarrollados por el sector público, privado o asociaciones público-privadas.

Especie	Tipo de mejora genética <i>Seleccione las que correspondan</i>	Desarrollado por <i>Seleccione lo que corresponda</i>
Nombre de la especie	- Cria selectiva	<ul style="list-style-type: none"> • Sector público • Sector privado • Asociaciones público-privadas
	- Hibridación	<ul style="list-style-type: none"> • Sector público • Sector privado

		<ul style="list-style-type: none"> • Asociaciones público-privadas
	- Poliploidía	<ul style="list-style-type: none"> • Sector público • Sector privado • Asociaciones público-privadas
	- Monosexo	<ul style="list-style-type: none"> • Sector público • Sector privado • Asociaciones público-privadas
	- Otro (especifique)	<ul style="list-style-type: none"> • Sector público • Sector privado • Asociaciones público-privadas

9. Por favor complete la tabla 1.1

Tabla 1.1: Recursos genéticos de especies acuáticas cultivadas en (país)

Especies cultivadas	Tipo genético	Disponibilidad de datos genéticos	Tendencias de la producción	Tendencias futuras en la producción	Mejora genético	Futuro mejora genético	Comentarios
Coloque el nombre científico y en paréntesis el o los nombres comunes de la(s) especie(s) que se cultivan en su país.	Indique en el caso que haya el (los) tipo(s) genético(s) que se aplican a las especies cultivadas.	¿Hay datos genéticos disponibles de las especies con tipos genéticos?	Indique como ha sido la tendencia de la producción en los últimos 10 años.	Indique a su criterio cómo será la tendencia de la producción en los próximos 10 años.	¿Qué tecnología(s) genéticas se utilizan actualmente en la(s) especie(s)?	¿Qué tecnologías genéticas cree que serán las más usadas para la mejoramejora genética en los próximos 10 años?	Agregue otra información que considere conveniente relacionada con los recursos genéticos acuáticos de su país.
GUÍA DE CUMPLIMENTACIÓN							
Coloque primero las especies de cultivo que tienen algún tipo de mejora o selección genética y luego las que no tienen. -Nombre científico (nombre común) -Siga agregyo en igual forma todas las especies cultivadas	Seleccione por especie uno o más de los siguientes tipos: <ul style="list-style-type: none"> - Silvestre - Crianza selectiva - Híbridos - Cruzamientos - Cepas - Variedades - Poliploides 	Seleccione por cada especie una de la siguiente respuesta: <ul style="list-style-type: none"> - No - No sabe - Sí Si la respuesta es SI, comente detalles en la columna de observaciones.	Seleccione por especie con tipo genético una de las siguientes respuestas: <ul style="list-style-type: none"> - Aumentado - Estable - Disminuido - Se ha detenido - No sabe 	Seleccione por especie con tipo genético una de las siguientes respuestas. <ul style="list-style-type: none"> - Aumentará - Será estable - Disminuirá - Se detendrá - No sabe 	Seleccione por especie con tipo genético una(s) de las siguientes alternativas <ul style="list-style-type: none"> - Crianza selectiva - Hibridación - Poliploidía (manipulación cromosómica) - Producción monosexual - Selección asistida por marcadores - Otros (especifique en comentarios) 	Selecciones las que cree de las siguientes alternativas: <ul style="list-style-type: none"> - Crianza selectiva - Hibridación - Poliploidía (manipulación cromosómica) - Producción monosexual - Selección asistida por marcadores -Otros (especifique en comentarios) 	-Ejemplo: caracteres genéticos mejorados, utilización de los datos genéticos en el manejo de las poblaciones o producciones, fuente/s de información. -Comente detalles de la disponibilidad de datos genéticos (columna 3)

10. ¿Qué especies acuáticas son consideradas en su país con alto potencial para su domesticación y su futuro uso en acuicultura?

Especie	¿Es una especie introducida?	Comentarios <i>Por ejemplo, principales fuentes de información</i>
<i>Por favor escriba el nombre de la especie aquí</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Si - No - No sabe 	

11. Durante los últimos 10 años, su país ¿ha transferido o intercambiado recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas con otros países?

Especie	Modificación genética del material intercambiado	Detalles de las transferencias o intercambios	Tipo de material genético intercambiado	País o países involucrados en el intercambio	Comentarios <i>Por favor incluya los objetivos del intercambio y las fuentes de información principales</i>
<i>Por favor escriba el nombre de la especie aquí</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Crianza selectiva - Hibridación - Poliploidía - Monosexo - Otro 	<ul style="list-style-type: none"> - Importación - Exportación 	<ul style="list-style-type: none"> - ADN - Genes - Gametos - Tejidos - Embriones - Organismos vivos - Otros 		

Parientes silvestres de especies acuáticas cultivadas

12. Enumere las especies que están presentes en su país como parientes silvestres de especies de cultivo en otros países del mundo.

Especie	Uso (indique el uso según corresponda, por ej., pesca de captura, u otros usos)	Comentarios
<i>Por favor escriba el nombre de la especie aquí</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pesca de captura - Pesca recreativa - Ornamental (acuariofilia) - Control biológico - Investigación y desarrollo - Otro Por favor indique otros usos 	

13. Enumere los recursos genéticos acuáticos de parientes silvestres de especies acuáticas cultivadas que su país ha transferido o intercambiado con otros países durante los últimos 10 años.

Especie	Detalles de la transferencia o intercambio <i>Marque los que correspondan</i>	Tipo de material genético intercambiado	País	Comentarios <i>Por ejemplo: principales fuentes de información, si la transferencia o intercambio fue legal o no</i>
<i>Escriba el nombre de la especie aquí</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Importación - Exportación 	<ul style="list-style-type: none"> - ADN - Genes - Gametos - Tejidos - Embriones - Especímenes vivos 		

14. Complete la tabla 1.2

Tabla 1.2: Recursos genéticos acuáticos de parientes silvestres de especies acuáticas cultivadas en (País)

Especies objetivo, poblaciones u otras unidades de manejo o gestión	Características de la especie	Pesca de captura	Medidas de manejo o gestión	Disponibilidad de datos genéticos	Uso de datos genéticos en el manejo o gestión	Tendencias de las capturas	Tendencias futuras de las capturas	Ecosistema(s) donde se localiza la pesquería	Cambios en los hábitats y ámbitos de distribución	Razones del cambio del ámbito de distribución y hábitat
<p>Indique el nombre científico de la especie (entre paréntesis el/los nombre(s) comunes más ampliamente usados a nivel nacional). Para cada especie, enliste las poblaciones nombradas y otras unidades de manejo.</p>	<p>La especie es (marque lo que corresponda):</p>	<p>¿Es esta especie objetivo de la pesca de captura?</p>	<p>¿Existen medidas de gestión o manejo?</p>	<p>¿Hay datos genéticos disponibles para la pesquería?</p>	<p>¿Se utilizan datos genéticos en la gestión o manejo?</p>	<p>Durante los últimos 10 años, las capturas han estado:</p>	<p>La tendencia esperada de las capturas en los próximos 10 años seguirá:</p>	<p>Indique el/los ecosistema(s) donde se localiza la pesquería</p>	<p>¿Está cambiando el hábitat o el ámbito de distribución?</p>	<p>¿Cuáles son las posibles causas de los cambios?</p>

	Transzonal Transfronteriza Introducida Nativa	Si No No sabe	Si No No sabe	Si No No sabe	Si No No sabe	Aumentyo Estables Disminuyendo Agotadas No sabe	Aumentyo Estable Disminuyendo Agotada No sabe	Intermareal Costera en ZEE Alta mar Lago Represa/Embalse Río Pantano/Marisma Otro (especifique)	Aumentyo Disminuyen do Estable No sabe	Pérdida de hábitat Clima Especies invasoras Contaminación Rehabilitación Otros No sabe
--	--	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---	---	--	--	--

Capítulo 2: Impulsores y tendencias en la acuicultura: consecuencias para los recursos genéticos acuáticos.

El objetivo principal del Capítulo 2 es revisar los principales impulsores y tendencias que están moldeando la acuicultura, y sus consecuencias para los recursos genéticos acuáticos.

15. ¿De qué manera se han visto impactados los recursos genéticos acuáticos **de especies acuáticas cultivadas** por los impulsores y tendencias predominantes en la acuicultura? Si es posible, sírvase indicar ejemplos de impactos positivos y negativos para impulsores específicos.

Impulsores de la acuicultura	Efecto sobre recursos genéticos acuáticos de especies cultivadas (RGAc) <i>Por favor marque lo que corresponda</i>	Comentarios <i>Por favor proporcione ejemplos o información relevante</i>
Aumento de la población humana	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Aumento de la riqueza y de la demanda de pescado	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Gobernanza (capacidad del gobierno, la industria y el público para colaborar y trabajar juntos en la gestión de los recursos)	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Competencia por los recursos, especialmente de agua dulce	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Cambios en los valores y la ética de los consumidores	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	

16. ¿De qué manera se han visto impactados los recursos genéticos acuáticos **de parientes silvestres de especies acuáticas cultivadas** por los impulsores y tendencias predominantes en la acuicultura? Si es posible, sírvase indicar ejemplos de impactos positivos y negativos para impulsores específicos.

Impulsores de la acuicultura	Efecto sobre los recursos genéticos acuáticos de parientes silvestres de especies cultivadas (RGAc) <i>Por favor marque lo que corresponda</i>	Comentarios <i>Por favor proporcione ejemplos o información relevante</i>
Aumento de la población humana	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Aumento de la riqueza y de la demya de pescado	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Gobernanza (capacidad del gobierno, la industria y el público para colaborar y trabajar juntos en la gestión de los recursos)	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Competencia por los recursos, especialmente de agua dulce	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Cambios en los valores y la ética de los consumidores	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	

Otros	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
--------------	---	--

17. ¿Qué medidas podrían adoptarse para reducir los impactos adversos sobre los recursos genéticos acuáticos que sostienen la acuicultura actual y/o aseguran su desarrollo futuro?

Por favor describa las medidas adoptadas aquí

Biotechnologías

18. Indique a qué nivel han sido utilizadas las siguientes biotecnologías en su país para la mejora genética de especies acuáticas de cultivo.

Biotechnología	Nivel de utilización	Comentarios <i>Por ejemplo indique las principales fuentes de información, especies que han sido empleadas para cada biotecnología</i>
Cria selectiva	<ul style="list-style-type: none"> - En absoluto - En un grado mínimo - En un cierto grado - En un grado elevado 	
Hibridación	<ul style="list-style-type: none"> - En absoluto - En un nivel mínimo - En un cierto nivel - En un gran nivel 	
Poliploidía (manipulación cromosómica)	<ul style="list-style-type: none"> - En absoluto - En un nivel mínimo - En un cierto nivel - En un gran nivel 	
Monosexo	<ul style="list-style-type: none"> - En absoluto - En un nivel mínimo - En un cierto nivel - En un gran nivel 	
Selección asistida por marcadores	<ul style="list-style-type: none"> - En absoluto - En un nivel mínimo - En un cierto nivel - En un gran nivel 	
Ginogénesis/yrogénesis	<ul style="list-style-type: none"> - En absoluto - En un nivel mínimo - En un cierto nivel - En un gran nivel 	

19. ¿De qué manera se han visto impactados los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres por impulsores que están cambiando los ecosistemas acuáticos donde se encuentran especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres? ¿Qué medidas preventivas se podrían adoptar para reducir las consecuencias adversas sobre los recursos genéticos acuáticos que sustentan la pesca de captura de los parientes silvestres de especies cultivadas?

Impulsor	Efecto sobre los recursos genéticos acuáticos parientes silvestres de especies cultivadas (RGAc) <i>Por favor marque lo que corresponda</i>	Medidas preventivas y ejemplos <i>(describa)</i>
Perdida y degradación de hábitats	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Contaminación de las aguas	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Aumento de la frecuencia de eventos climáticos extremos y cambio climático a largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Establecimiento de especies invasoras	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Introducciones o especies exóticas invasoras y sus parásitos y patógenos	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Impactos del repoblamiento intencional y de los escapes de la acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	
Pesca de captura	<ul style="list-style-type: none"> • muy positivo • positivo • negativo • muy negativo • ningún efecto 	

Capítulo 3: Conservación *in situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.

El objetivo principal del Capítulo 3 es revisar el estado actual y las perspectivas futuras para la conservación *in situ* de los recursos genéticos acuáticos de las especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres, en el ámbito de la jurisdicción nacional, para la alimentación y la agricultura.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Revisar la situación actual y las posibles contribuciones futuras a la conservación *in situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres por quienes las usan, de manera responsable y bien gestionada, en la pesca de captura, la acuicultura y las pesquerías basadas en el cultivo.
- Identificar y describir la existencia, o planificación, de áreas que estén contribuyendo o contribuirán a la conservación *in situ* de recursos genéticos acuáticos de parientes silvestres de especies acuáticas cultivadas.
- Identificar y describir la existencia, o planificación, de esfuerzos significativos para la conservación *in situ* de recursos genéticos acuáticos (cultivados y silvestres) amenazados o en peligro.
- Revisar las necesidades y prioridades para el futuro desarrollo de la conservación *in situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

Visión general de la situación actual y de las perspectivas futuras para la conservación *in situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.

20. ¿En qué medida la acuicultura responsable y la pesca basada en el cultivo bien gestionado, contribuyen a la conservación *in situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres, que sustentan la producción acuícola nacional actual y aseguran su productividad futura?

Por favor, marque lo que corresponda.

- En gran medida
- Hasta cierto punto
- No, en absoluto
- No aplicable

Por favor, incluya cualquier información adicional aquí.

21. ¿En qué medida las actividades acuícolas y las actividades de pesca de captura basadas en el cultivo, implementadas de manera responsable, están contribuyendo a la conservación *in situ* de recursos genéticos acuáticos de especies de cultivo y de sus parientes silvestres?
Por favor, marque lo que corresponda.

- En gran medida
- Hasta cierto punto
- No, en absoluto
- No aplicable

Por favor, incluya cualquier información adicional aquí.

22. Por favor proporcione *ejemplos* de actividades, actuales o planificadas, para la conservación *in situ* de especies cultivadas y de sus parientes silvestres que se encuentren en peligro o amenazadas, y que sean de importancia potencial o comprobada para la acuicultura, las pesquerías basadas en el cultivo y/o la pesca de captura.

Por favor describa ejemplos aquí.

23. Indique la importancia de los siguientes objetivos de los programas de conservación *in situ* de recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas de cultivo y de sus parientes silvestres.

Objetivos de los programas de conservación <i>in situ</i>	Importancia de los objetivos (1 = muy importante; 10 = no importante)
Preservación de la diversidad genética acuática	
Mantenimiento de variedades idóneas para la producción acuícola	
Adaptación a la demya de los consumidores y el mercado	
Ayudar a la adaptación al cambio climático	
Como futura fuente de variedades mejoradas para acuicultura	
Mantenimiento de la diversidad genética de las poblaciones naturales	

Examen de los programas de conservación *in situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres, a través de su uso en la acuicultura responsable y las pesquerías basadas en el cultivo bien gestionado.

24. ¿Está incluida la conservación de los recursos genéticos acuáticos como un objetivo explícito en la gestión de la acuicultura y/o de las pesquerías basadas en el cultivo en su país? *Por favor, marque lo que corresponda.*

- Si
- Aún no, pero se planea incluirla
- No
- De ser así, por favor dé ejemplos.

Por favor dé ejemplos aquí.

25. ¿En qué medida los recolectores de alevines, juveniles (semillas) y reproductores silvestres, para la acuicultura y las pesquerías basadas en el cultivo, contribuyen a la conservación de los recursos genéticos acuáticos manteniendo los hábitats y/o limitando las cantidades recolectadas?

Por favor, marque lo que corresponda.

- En gran medida
- Hasta cierto punto
- No, en absoluto
- No aplicable

Por favor incluya cualquier detalle adicional aquí.

Examen de la conservación *in situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres, a través de su uso en la pesca de captura responsable y bien gestionada.

26. ¿Está incluida la conservación de los recursos genéticos acuáticos de los parientes silvestres de especies acuáticas cultivadas como un objetivo explícito en la gestión de alguna pesquería de captura en su país? *Por favor, marque lo que corresponda.*

- Si
- Aún no, pero se está trabajando en ello
- No
- De ser así, por favor dé ejemplos.

Por favor dé ejemplos aquí.

27. ¿Cuenta la pesca de captura, dirigida a los parientes silvestres de los recursos genéticos acuáticos cultivados, con un plan de gestión pesquera en su país?

Especies que están siendo pescadas	¿Cuenta con un plan de manejo pesquero?	Comentarios <i>Proporcione información adicional</i>
<i>Por favor indique la lista de las especies</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Si • No 	

Examen de la conservación *in situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres, a través del establecimiento y gestión de áreas/zonas acuáticas protegidas.

28. Enumere las áreas/zonas acuáticas protegidas existentes en su país que están actualmente contribuyendo a la conservación *in situ* de recursos genéticos acuáticos de parientes silvestres de especies de cultivo, y evalúe su efectividad.

Área/zona protegida	Nivel de efectividad en la conservación de recursos genéticos acuáticos	Comentario <i>Proporcione información adicional</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Muy efectiva • Relativamente efectiva • No efectiva • Información desconocida 	

Capítulo 4: Conservación *ex situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.

El objetivo principal del Capítulo 4 es revisar el estado actual y las perspectivas futuras para la conservación *ex situ* de los recursos genéticos acuáticos de las especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Revisar la situación actual y prevista de los programas de conservación *ex situ* de los recursos genéticos acuáticos de las especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres en instalaciones de acuicultura, colecciones de cultivos y bancos de germoplasma, instalaciones de investigación, zoológicos y acuarios.
- Examinar las contribuciones que los distintos actores o instituciones interesadas hacen a la conservación *ex situ* de los recursos genéticos acuáticos de las especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.
- Revisar las necesidades y prioridades para el futuro desarrollo de la conservación *ex situ* de los recursos genéticos acuáticos de las especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres, incluyendo aquellas que están amenazadas o en peligro.

Revisión de las colecciones existentes y previstas de individuos reproductores vivos de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres

29. ¿Tiene su país algunas colecciones de organismos reproductores acuáticos vivos que estén contribuyendo a la conservación *ex situ* de los recursos genéticos acuáticos? Esto incluye no sólo las colecciones de especies cultivadas para el consumo humano directo, sino también las colecciones de organismos vivos empleados como alimento (por ejemplo, flósculos bacterianos, levaduras, microalgas, rotíferos y *Artemia*) de otros organismos.

<p>Especie (incluya información sobre subespecie o cepa, si es necesario)</p>	<p>Tipo de uso <i>Por favor, marque lo que corresponda.</i></p>	<p>¿Se considera a la especie (o subespecie) como amenazada o en peligro en la lista roja de UICN, apéndices de CITES o listas nacionales? <i>Por favor, marque lo que corresponda.</i></p>	<p>Comentarios <i>Incluya cualquier información adicional</i></p>
<p><i>Por favor indique la especie aquí.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo humano directo - Organismo usado como alimento vivo - Otros usos 	<ul style="list-style-type: none"> - Si - No - No se sabe 	

Revisión de las actividades existentes para la conservación *ex situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres *in vitro*.

30. ¿Mantiene su país algunas colecciones *in vitro* y bancos de genes de gametos, embriones, tejidos, esporas y otras formas quiescentes de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres, mediante criopreservación u otros métodos de almacenamiento a largo plazo? De ser así, describa los principales ejemplos, identifique las instalaciones en las que se mantienen las colecciones e indique los administradores y usuarios. Incluya ejemplos de tal tipo de material genético de su país que sea mantenido en colecciones *in vitro* fuera de su país en favor de beneficiarios en su país.

Especie (incluya información sobre subespecie o cepa, si es necesario)	Usuarios y gerentes Enumere los que sean relevantes	Tipo de colección de conservación <i>ex situ</i> de material <i>in vitro</i> Por favor, marque lo que corresponda.	Instalaciones donde se localiza la colección Por favor, marque lo que corresponda.	Comentarios Incluya información adicional
<i>Por favor indique la lista de las especies aquí.</i>		<ul style="list-style-type: none"> - Colección de gametos <i>in vitro</i> - Colección de embriones <i>in vitro</i> - Colección de tejidos <i>in vitro</i> - Esporas - Otra 	<ul style="list-style-type: none"> - Instalaciones de acuicultura - Instalaciones de investigación - Universidades - Zoos y acuarios - Otros 	

31. Evalúe la importancia de los siguientes objetivos de los programas de conservación *ex situ* de recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas de cultivo y de sus parientes silvestres.

Objetivos de los programas de conservación <i>ex situ</i>	Importancia de los objetivos (1 = muy importante; 0 = no importante)
Preservación de la diversidad genética acuática	
Mantenimiento de variedades idóneas para la producción acuícola	
Adaptación a la demanda de los consumidores y el mercado	
Ayudar a la adaptación al cambio climático	
Como futura fuente de variedades mejoradas para acuicultura	
Mantenimiento de diversidad genética de las poblaciones naturales	

Capítulo 5: Actores con intereses en los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

El objetivo principal del Capítulo 5 es proporcionar una visión general de las perspectivas y necesidades de los principales actores que tienen intereses en los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres para la alimentación y la agricultura.

Los objetivos específicos son:

- Describir los diferentes grupos de actores principales con intereses en los recursos genéticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.
- Identificar los tipos de recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres en los cuales cada grupo de actores está interesado, y por qué.
- Describir las funciones de los grupos de interesados y las acciones que están realizo para la conservación, uso sostenible y desarrollo de los recursos genéticos acuáticos en los que tienen intereses.
- Describir las acciones adicionales que los grupos de interesados querrían ver realizadas para la conservación, uso sostenible y desarrollo de los recursos genéticos acuáticos en los que tienen intereses, así como las limitaciones que están obstaculizo las acciones, incluyendo la falta de capacidad y amenazas percibidas.

Visión general de los principales grupos de actores que tienen intereses en los recursos genéticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

32. Indique los principales grupos de actores con intereses en los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas de cultivo y de sus parientes silvestres incluyendo pescadores, acuicultores, personas involucradas en la captura de semillas para la producción acuícola, personal empleado en la cadena comercial, oficiales del gobierno, miembros de asociaciones acuícolas, gerentes de áreas/zonas protegidas, investigadores, sociedad civil, consumidores, etc.

Actores implicados	Funciones de los actores con respecto a los recursos genéticos acuáticos <i>Marque lo que corresponda</i>	Recursos genéticos de interés <i>Marque lo que corresponda</i>	Comentarios <i>Información adicional y principales fuentes de información</i>
Acuicultores	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización • Procesado • Extensión • Otros 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	
Pescadores	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización • Procesado • Extensión • Otros 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	
Trabajadores de estaciones de alevines	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización • Procesado • Extensión • Otros 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	

Personal involucrado en la comercialización	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización • Procesado • Extensión • Otros 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	
Gerentes gubernamentales de recursos acuáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización • Procesado • Extensión • Otros 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	
Asociaciones de Pescadores o acuicultores	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización • Procesado • Extensión • Otros 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	
Gerentes de áreas/zonas acuáticas protegidas	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización • Procesado • Extensión • Otros 		
Políticos	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización • Procesado • Extensión • Otros 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	
ONGs	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización • Procesado • Extensión • Otros 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	
Organizaciones intergubernamentales	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Procesado • Extensión • Otros 		
Donantes	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización • Procesado • Extensión • Otros 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	
Consumidores	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Producción • Producción de alimento • Gestión y manejo de reproductores • Investigación • Marketing y comercialización • Procesado • Extensión • Otros 	<ul style="list-style-type: none"> • ADN • Raza, variedad o población • Especie 	

Indique el rol principal de las mujeres en relación a los recursos genéticos acuáticos

Indique el rol principal de grupos indígenas en relación a los recursos genéticos acuáticos

Capítulo 6: Políticas y legislación nacional para recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

El objetivo principal del Capítulo 6 es revisar el estado y la adecuación de la legislación y las políticas nacionales relativas a los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres, incluyendo el acceso y la distribución de los beneficios.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Describir la política nacional y el marco jurídico existentes para la conservación, uso sostenible y desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.
- Revisar las actuales políticas nacionales y los instrumentos para el acceso a los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización.
- Identificar deficiencias o vacíos importantes en las políticas y la legislación relativas a los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

Visión general de la legislación y las políticas nacionales para los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres dentro de la jurisdicción nacional

El Capítulo 6 debería comenzar con una visión general del estado y adecuación de la legislación y de las políticas nacionales relativas a los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres. El resumen debería incluir una explicación de cómo se rigen en su país la acuicultura, las pesquerías basadas en el cultivo y en lo que concierne a los parientes silvestres de especies cultivadas la pesca de captura: si se rige como un sector independiente o como sub-sectores separados y/o en combinación con uno o más de los otros sectores como la agricultura, la silvicultura y el medio ambiente.

33. Enumere las leyes, políticas o mecanismos nacionales que tratan el tema de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas de cultivo y de sus parientes silvestres.

Ley, política o mecanismo Nacional	Fecha de establecimiento	Área de aplicación <i>Seleccione lo que corresponda</i>	Comentarios <i>Indique cualquier información adicional, como por ejemplo si el mecanismo es efectivo o no</i>
		<ul style="list-style-type: none"> - Genes o moléculas - Acuicultura - Pesca de captura - Conservación - Derechos intelectuales y patentes - Importación - Comercio y marketing - Favorecimiento del acceso e intercambio - Otros 	

Análisis de la situación actual y las deficiencias en las políticas y legislación nacionales para la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

El Capítulo 6 puede continuar con el examen de la situación actual y las deficiencias en las políticas y legislaciones nacionales en materia de conservación, uso sostenible y desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres que tengan importancia probada o potencial para la acuicultura, las pesquerías basadas en cultivo y la pesca de captura, y una evaluación más detallada de las políticas y los instrumentos para el acceso y la distribución de los beneficios.

34. Enumere las deficiencias en las políticas y legislación nacionales para la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

Por favor describa aquí las principales deficiencias

35. Indique si su país restringe el acceso a alguno de los recursos genéticos acuáticos nacionales de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

Tipo de material genético (puede ser el nombre de la especie, ADN, gametos, otros)	Comentarios <i>Por ejemplo proporcione las principales fuentes de información</i>
ADN	
Poblaciones, razas o variedades	
Especies	

36. Durante los últimos 10 años, ¿su país ha emprendido acciones de manejo para mantener o mejorar el acceso a los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres localizadas fuera de su país?, por ejemplo, mediante el establecimiento de acuerdos de adquisición de germoplasma o transferencia de material.

Acción emprendida para mejorar el acceso a determinados recursos genéticos existentes fuera del país	Tipo de material genético <i>Indique lo que corresponda</i>	Comentario <i>Información adicional</i>
	<ul style="list-style-type: none"> - ADN - Genes - Gametos - Tejidos - Embriones - Organismos vivos 	

37. ¿Ha identificado su país algunos obstáculos para tener acceso a recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres fuera de su país (incluyendo el acceso para fines de investigación)? De ser así, describa los obstáculos y las formas en que podrían ser superados.

Obstáculos para tener acceso a recursos genéticos acuáticos	Tipo de material genético <i>Indique lo que corresponda</i>	Comentarios <i>Información adicional</i>
Propiedad intelectual	<ul style="list-style-type: none"> - ADN - Genes - Gametos - Tejidos - Embriones - Organismos vivos 	
Leyes nacionales de su país	<ul style="list-style-type: none"> - ADN - Genes - Gametos - Tejidos - Embriones - Organismos vivos 	
Leyes del país de origen	<ul style="list-style-type: none"> - ADN - Genes - Gametos - Tejidos - Embriones - Organismos vivos 	
Leyes o acuerdos/protocolos internacionales	<ul style="list-style-type: none"> - ADN - Genes - Gametos - Tejidos - Embriones - Organismos vivos 	
Coste del intercambio	<ul style="list-style-type: none"> - ADN - Genes - Gametos - Tejidos - Embriones - Organismos vivos 	
Requerimiento de acuerdos de transferencia de material	<ul style="list-style-type: none"> - ADN - Genes - Gametos - Tejidos - Embriones - Organismos vivos 	
Información científica limitada	<ul style="list-style-type: none"> - ADN - Genes - Gametos - Tejidos - Embriones - Organismos vivos 	

Percepción del consumidor	<ul style="list-style-type: none"> - ADN - Genes - Gametos - Tejidos - Embriones - Organismos vivos 	
----------------------------------	---	--

Capítulo 7: Investigación, educación, capacitación y extensión en recursos genéticos acuáticos: coordinación, redes e información.

El objetivo principal del Capítulo 7 es revisar el estado y la adecuación a nivel nacional de la investigación, la educación, la capacitación y la extensión, la coordinación y los sistemas de redes e información que apoyan la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres para la alimentación y la agricultura.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Describir el estado actual, los planes para el futuro, los vacíos, las necesidades y las prioridades de investigación sobre la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.
- Describir el estado actual, los planes para el futuro, las necesidades y las prioridades de la educación, la capacitación y la extensión para la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.
- Describir las redes nacionales existentes o previstas para la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.
- Describir los sistemas de informaciones existentes o previstos para la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

Investigación

38. ¿Apoya el programa nacional de investigación de su país a la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres? En caso afirmativo, dé detalles de la investigación que se realiza actualmente o la prevista a futuro. En caso contrario, explique los vacíos existentes, las necesidades y prioridades para lograrlo. *Por favor, marque lo que corresponda.*

- Si
- No
- No sabe

Por favor dé detalles aquí

39. Enumere las principales instituciones, organizaciones, corporaciones y otras entidades en su país que participen activamente en la investigación de campo o de laboratorio relacionada con la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

Principales instituciones, organizaciones y otras entidades	Área de investigación <i>Marque lo que corresponda</i>	Comentarios Proporcione información adicional
	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de recursos genéticos - Conocimiento básico de recursos genéticos acuáticos - Mejora genética - Evaluación económica de recursos genéticos - Conservación de recursos genéticos acuáticos - Comunicación sobre recursos genéticos acuáticos - Acceso y distribución de recursos genéticos acuáticos 	

40. ¿Qué fortalecimiento de capacidades sería necesario para mejorar la investigación nacional en apoyo a la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres?

Por favor, evalúe la importancia de las siguientes capacidades

Capacidades	Importancia (1 = muy importante; 10 = no importante)
Mejora del conocimiento básico sobre recursos genéticos acuáticos	
Mejora de las capacidades para la caracterización y el seguimiento de los recursos genéticos acuáticos	
Mejora de las capacidades para los programas de mejora genética	
Mejora de las capacidades para los programas de gestión de recursos genéticos acuáticos	
Mejora de las capacidades para la evaluación económica de los recursos genéticos acuáticos	
Mejora de las capacidades para la conservación de recursos genéticos acuáticos	
Mejora de las capacidades para la comunicación sobre recursos genéticos acuáticos	
Mejora de las capacidades para el acceso y la distribución de recursos genéticos acuáticos	

Por favor describa cualquier otra necesidad de creación de capacidad en lo que respecta a los recursos genéticos acuáticos.

Educación, capacitación y extensión

41. Indique en qué medida la educación, la capacitación y la extensión cubren temas de conservación, uso sostenible y desarrollo de recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres en su país. Proporcione una lista de las principales instituciones involucradas y los tipos de cursos ofrecidos, indicio las escalas (grado de cobertura) de esas actividades.

Institución	Áreas temáticas	Tipos de cursos <i>Por favor, marque lo que corresponda</i>	Comentarios
	Gestión de recursos genéticos	<ul style="list-style-type: none"> - Graduado - Post-graduado - Formación profesional - Extensión 	
	Caracterización e inventario de recursos genéticos acuáticos	<ul style="list-style-type: none"> - Graduado - Post-graduado - Formación profesional - Extensión 	
	Mejora genético	<ul style="list-style-type: none"> - Graduado - Post-graduado - Formación profesional - Extensión 	
	Valoración económica de recursos genéticos acuáticos	<ul style="list-style-type: none"> - Graduado - Post-graduado - Formación profesional - Extensión 	
	Conservación de recursos genéticos acuáticos	<ul style="list-style-type: none"> - Graduado - Post-graduado - Formación profesional - Extensión 	

Coordinación y gestión de redes

42. Enumere los mecanismos que existen en su país para la coordinación entre los subsectores de la acuicultura, las pesquerías basadas en cultivo y la pesca de captura con otros sectores que utilizan cuencas y ecosistemas costeros y que generan impactos sobre los recursos genéticos acuáticos de los parientes silvestres de especies acuáticas cultivadas (por ejemplo, agricultura, silvicultura, minería, turismo, gestión de residuos y recursos hídricos).
Si no existen mecanismos de este tipo, indíquelo aquí:

Nombre del mecanismo	Descripción del <i>modus operari</i> del mecanismo

43. Evalúe la importancia de las capacidades necesarias para mejorar la coordinación intersectorial en apoyo a la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos.

Capacidades	Importancia (1 = muy importante; 10 = no importante)
Aumento de la conciencia en las instituciones	
Aumento de las capacidades técnicas de las instituciones	
Incremento del intercambio de información entre las instituciones	

44. Enumere las redes nacionales existentes en su país y las redes internacionales de las que su país es miembro, para el apoyo a la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos.

Redes (nacionales o internacionales)	Objetivos de la red <i>Por favor, marque los que correspondan</i>	Comentarios
	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora del conocimiento básico sobre recursos genéticos acuáticos - Mejora de las capacidades para la caracterización y el seguimiento de los recursos genéticos acuáticos - Mejora de las capacidades en selección genética - Mejora de las capacidades de evaluación económica de los recursos genéticos acuáticos - Mejora de las capacidades para la conservación de los recursos genéticos acuáticos - Mejora de las comunicaciones en temas de recursos genéticos acuáticos - Mejora del acceso y la distribución de recursos genéticos acuáticos 	

Sistemas de información

45. Enumere los sistemas de información existentes en su país para la recepción, gestión y comunicación de información sobre la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

Nombre del sistema de información	Tipo de información genética proporcionada <i>Marque lo que corresponda</i>	Principales actores implicados <i>Marque lo que corresponda</i>
	<ul style="list-style-type: none"> - Secuencias de ADN - Genes y genotipos - Razas, variedades o poblaciones - Nombres de especies - Datos productivos - Distribución - Datos sobre el nivel de protección de ciertas especies (en peligro) - Otros 	<ul style="list-style-type: none"> - Acuicultores - Pescadores - Personal de estaciones de alevines - Personal involucrado en marketing - Gestores de recursos del gobierno - Asociaciones de pescadores y/o acuicultores - Gestores de áreas/zonas protegidas - Personal de universidad, universitarios y académicos - Organizaciones no gubernamentales - Organizaciones intergubernamentales - Políticos - Consumidores - Donantes - Otros

46. ¿Qué fortalecimiento de capacidades se necesita para mejorar los sistemas nacionales de información en apoyo de la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos?

Por favor dé detalles aquí

Capítulo 8: Colaboración internacional en relación con los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres

El objetivo principal del Capítulo 8 es revisar los mecanismos e instrumentos a través de los cuales su país participa en colaboraciones internacionales relacionadas con los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Identificar la participación actual de su país en colaboraciones de tipo bilateral, subregional, regional, u otras formas de colaboración internacional y global relacionadas con los recursos genéticos acuáticos. Confeccionar una lista de las afiliaciones nacionales, indicio el estatus como “parte” u otras formas de afiliación en acuerdos, convenciones, tratados, organizaciones internacionales, redes internacionales y programas internacionales.
- Identificar cualquier otra forma de colaboración internacional relacionada con recursos genéticos acuáticos.

- Revisar los beneficios de las formas existentes de colaboración internacional relacionada con los recursos genéticos acuáticos.
- Identificar las necesidades y prioridades para la futura colaboración internacional relacionada con los recursos genéticos acuáticos.

Colaboración internacional incluye acuerdos bilaterales sobre zonas marítimas y poblaciones de parientes silvestres de especies de cultivo que sean compartidas entre dos naciones.

Acuerdos, convenciones y tratados internacionales, regionales o nacionales relativos a los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.

47. Confeccione una lista de los principales acuerdos mundiales regionales o subregionales a los que su país está suscrito, y aquellos relativos a los recursos genéticos acuáticos de especies de cultivo y sus parientes silvestres, como el Protocolo de Nagoya, La Convención sobre la Biodiversidad Biológica o el Protocolo de Cartagena, y evalúe como estos acuerdos han impactado los recursos genéticos acuáticos en su país.

Se proporcionan algunos ejemplos a continuación:

- Establecimiento y gestión de áreas/zonas acuáticas protegidas que sean compartidas entre varias naciones o que formen parte de redes, en lo que respecta a parientes silvestres de especies de cultivo.
- Acuicultura o pesca basada en el cultivo realizada en zonas transfronterizas o en cuerpos de agua compartidos entre varias naciones.
- Intercambio de material genético acuático y de información en recursos genéticos acuáticos.
- Derechos, estaciones y cuotas pesqueras relativas a parientes silvestres de especies de cultivo.
- Conservación y uso sostenible de cuerpos y cursos de agua compartidos entre varias naciones, en lo que respecta a parientes silvestres de especies de cultivo.
- Protocolos de cuarentena para organismos acuáticos de cara al control y notificación de enfermedades relevantes de especies acuáticas.

Acuerdo internacional, regional, bilateral o subregional	Fecha en la que su país se suscribió a dicho acuerdo	Impacto en los recursos genéticos acuáticos de su país	Impacto en los actores implicados	Comentarios
		Muy positivo Positivo Negativo Muy negativo No tiene impacto	Muy positivo Positivo Negativo Muy negativo No tiene impacto	

48. Evalúe la importancia de las siguientes necesidades relativas a la colaboración de cara a la conservación y el uso sostenible de los recursos genéticos acuáticos de especies de cultivo y sus parientes silvestres ¿Están siendo atendidas?, ¿Existen algunos vacíos críticos?

Se necesitan establecer protocolos de colaboración para mejorar Marque lo que corresponda	Importancia (1= muy importante; 10 = no importante)	Medida en que esas necesidades están cubiertas	Comentarios <i>Por ejemplo, cuales son los vacíos más críticos</i>
Mejora de la gestión de información y bases de datos		- En gran medida - En cierta medida - En ninguna medida - Se desconoce	
Mejora del conocimiento básico en recursos genéticos acuáticos		- En gran medida - En cierta medida - En ninguna medida - Se desconoce	
Mejora de las capacidades para la caracterización y el seguimiento de recursos genéticos acuáticos		- En gran medida - En cierta medida - En ninguna medida - Se desconoce	
Mejora de las capacidades en mejora genético		- En gran medida - En cierta medida - En ninguna medida - Se desconoce	
Mejora de las capacidades en evaluación genética de los recursos genéticos acuáticos		- En gran medida - En cierta medida - En ninguna medida - Se desconoce	
Mejora de las capacidades para la conservación de recursos genéticos acuáticos		- En gran medida - En cierta medida - En ninguna medida - Se desconoce	
Mejora de la comunicación en materia de recursos genéticos acuáticos		- En gran medida - En cierta medida - En ninguna medida - Se desconoce	
Mejora del acceso y la distribución de recursos genéticos acuáticos		- En gran medida - En cierta medida - En ninguna medida - Se desconoce	

49. ¿Qué tipos de colaboración han sido beneficiosas para su país, y por qué?

Por favor proporcione las respuestas aquí

50. ¿Tiene necesidad su país de ampliar su colaboración en lo que se refiere a la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos acuáticos? En caso afirmativo, proporcione detalles, incluyendo cualquier requisito para el fortalecimiento de la capacidad.
- Si
 - No

En caso afirmativo, por favor proporcione detalles aquí

51. Describa roles o funciones importantes que su país realiza dentro de su región (y/o subregión) y a escala mundial, en términos de ser un guardián, usuario y partícipe de los recursos genéticos acuáticos y de los ecosistemas acuáticos.

Por favor proporcione aquí las descripciones

3.1.6. Informes de las Divisiones de Pesca Provinciales, pertenecientes al Ministerio de Agricultura.

Como se ha mencionado en la sección relativa al Ministerio de Agricultura y a sus responsabilidades a nivel provincial, debemos recordar que las Divisiones de Pesca provinciales pertenecientes al Ministerio de Agricultura son las responsables de llevar a cabo el seguimiento (incluyendo seguimiento general, asesoramiento, y actividades de extensionismo) de las granjas de producción que se ubican dentro de sus respectivas provincias. La falta constante de recursos humanos y financieros a nivel provincial, así como la inexperiencia de los oficiales de pesca con respecto al sector acuícola, ha provocado que este sector haya sido poco atendido en la mayor parte de las provincias en los últimos 10 años de historia del país. Es por este motivo principal por el que actualmente no existe una imagen clara de lo que está sucediendo en el sector en el país. La autoridad nacional de pesca tiene competencias a nivel Nacional, pero no a nivel Provincial, lo que dificulta mucho el trabajo entre las DAL y la NFA debido a esta división de competencias. A pesar de la falta de seguimiento metódico del sector por parte de las DAL, esta Tesis ha tenido en cuenta algunas de las fuentes de información proporcionadas por las DAL para desarrollar la metodología de muestro que se detalla en la sección 2.3., como pueden ser el número de provincias del país a evaluar, el número de granjas y de laboratorios a visitar y encuestar, las principales ONGs a encuestar, etc.

3.1.7. Informes de la Secretaría General del Pacífico.

La Secretaria General del Pacífico cuenta con una base de datos productivos para pesca de captura continental, costera y oceánica, pero no para los datos de producción acuícola. Es por ello que la realización y publicación de la evaluación del sector acuícola de Papúa Nueva Guinea va a contribuir a mejorar la información disponible sobre el sector acuícola en este país para su uso por esta y otras organizaciones interesadas, así como para el desarrollo de nuevos programas de investigación dentro de este ámbito. A pesar de que la Secretaria General del Pacífico no cuenta con datos actualizados del sector, se han utilizado ciertos informes de esta organización para complementar la información de campo obtenida. Los informes evaluados se detallan a continuación. Las referencias completas de los mismos se detallan en la sección “Referencias”.

1. Revisión de la acuicultura en las islas del Pacífico 1998-2007. Evaluación de una década de progresos a través de estadísticas estimadas y oficiales. SPC, 2007.
2. Estrategia regional del SPC para el desarrollo del sector acuícola 2007-2011. SPC, 2007.
3. Oportunidades para el desarrollo del sector de la Maricultura en el Pacífico. Estudios de caso en Fiji, Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón y Kiribati. SPC, 2011.
4. Análisis de riesgos de importación de la especie *Rarycentron canadum* (cobia) desde Vietnam y Taiwan a Papúa Nueva Guinea. SPC, 2011.
5. Desarrollo del cultivo de algas en la Provincia de Bouganville, Papúa Nueva Guinea. SPC, 2015.
6. Directorio de empresas acuícolas del Pacífico. SPC, 2013.

3.1.8. Datos estadísticos de la FAO, proporcionados a través de su base de datos “Fishstat Plus J”.

La interacción con la FAO de cara a la realización de la presente Tesis se ha desarrollado en gran medida a través de la evaluación de los datos de su programa FishStat Plus, que es un programa informático universal para series cronológicas de estadísticas pesqueras (disponible en el link: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es>).

El sistema permite a los usuarios acceder a estadísticas pesqueras y acuícolas de diversos tipos. FishStat Plus permite almacenar cualquier dato estructurado en una serie cronológica. El sistema consta de un módulo principal y conjuntos de datos. Cada conjunto de datos puede instalarse y desinstalarse por separado. Los datos globales que son contenidos en el sistema o base de datos son los siguientes:

- Producción pesquera total 1950-2011 (Fecha de publicación: abril de 2013).
- Capturas 1950-2011 (Fecha de publicación: marzo de 2013).
- Producción de acuicultura (Cantidades y valores) 1950-2011 (Fecha de publicación: marzo de 2013).
- Producción y comercio de productos pesqueros 1976-2009 (Fecha de publicación: enero de 2012).

En el caso de Papúa Nueva Guinea existen datos estimativos de producción en volumen y en valor de la producción hasta el año 2011, y solamente para un reducido número de especies de cultivo. Estos datos se han usado como referencia para conocer el estado del sector acuícola previamente a la realización del estudio. Es por ello que la realización y publicación de la evaluación del sector acuícola de Papúa Nueva Guinea para la Tesis va a contribuir a mejorar la información disponible sobre el sector acuícola en este país para uso de la FAO y otras organizaciones interesadas, así como para el desarrollo de nuevos programas de investigación dentro de este ámbito.

3.2. Materiales para la evaluación del estado sanitario de las principales enfermedades de cultivo acuícola

El rápido desarrollo y la expansión del sector acuícola globalmente presenta serios desafíos a nivel de la comercialización de productos tanto vivos como procesados procedentes de la acuicultura, lo que supone que las medidas en relación con la gestión de la salud y de la bioseguridad de los animales acuáticos de la región del Pacífico deban evaluarse detenidamente, de cara a favorecer el desarrollo del sector acuícola en la región, pero preservando las ventajas comparativas que esta región posee con respecto al estatus sanitario general de las poblaciones de cultivo. Se debe remarcar que la mayor parte de los países del Pacífico son considerados por la OIE como “libres” de las principales enfermedades de declaración obligatoria de la OIE para los animales acuáticos, así como libres de las principales enfermedades emergentes.

En cuanto a los sistemas de cultivo de peces, debe tenerse en cuenta que los sistemas de producción acuícola intensivos y semi-intensivos tienden a favorecer la aparición de patógenos, y que el comercio mundial de animales acuáticos y de sus productos ofrecen claras vías para la propagación transfronteriza de estos mismos patógenos, teniendo en cuenta que el riesgo de transferencia de patógenos se considera generalmente mayor en el movimiento de animales acuáticos vivos, que en el movimiento de productos ya procesados (Melba, 2008). La FAO considera que las enfermedades de los animales acuáticos son y serán uno de los riesgos más importantes y una de las principales limitaciones para el crecimiento sostenible del sector de la acuicultura en muchos países de la región del Pacífico (FAO Fisheries Technical Paper, 2010).

Con respecto a la situación actual en Papúa Nueva Guinea, no existe información en WAHIS sobre la presencia o ausencia de enfermedades que afecten a organismos acuáticos destinados al cultivo acuícola en el país (OIE 2017). Por este motivo, la Autoridad Nacional de Pesca perteneciente al Ministerio de Pesca propuso en el año 2012 a la FAO y al SPC la posibilidad de realizar una evaluación del estado sanitario de los stocks o poblaciones domesticadas de las principales especies acuáticas de cultivo en el país, con el fin de determinar la presencia o ausencia, la prevalencia, la distribución y los factores que contribuyen a la aparición de las principales enfermedades de animales acuáticos presentes en Papúa Nueva Guinea. Dicha información es extremadamente importante de cara a la posible exportación de organismos acuáticos cultivados, tanto vivos como procesados, así como de cara al desarrollo sostenible de la industria de la acuicultura en el país.

Papúa Nueva Guinea no cuenta con un listado de enfermedades de declaración obligatoria a nivel nacional para animales acuáticos (sí existe este listado para animales de producción terrestre). Y ni el Ministerio de Pesca ni la Autoridad Nacional de Pesca han realizado nunca una evaluación del estado sanitario de las poblaciones o stocks domesticados de las especies de cultivo acuícola.

Por este motivo el presente estudio no está basado en ninguna información o datos de referencia iniciales y supone un punto de partida de cara a la realización de un listado de enfermedades de declaración obligatoria a nivel nacional, así como un listado de enfermedades sometidas a vigilancia epidemiológica. Otro tipo de actuaciones normativas pueden también desarrollarse a partir de los datos de estas tesis como: listado de países aptos para la importación de productos acuáticos, listado de autoridades competentes, sistema de certificación requerido (para el certificado de importación/exportación y el certificado sanitario), listado de especies exóticas con potencial de introducción, listado de especies de cultivo con potencial de exportación, etc.

Por otro lado, una vez que la presente Tesis de referencia haya sido publicada el siguiente paso sería el desarrollo de una Estrategia Nacional sobre Bioseguridad Acuática, que incluya un programa de vigilancia epidemiológica y unos estrictos protocolos de conservación y mejora de la bioseguridad acuática a nivel nacional (por ejemplo: medidas y protocolos específicos de cuarentena, sistema de certificación, entre otros).

Las actividades de vigilancia pueden llevarse a cabo para lograr cualquiera de los siguientes objetivos (Melba, 2008):

1. Demostrar la ausencia de una enfermedad concreta en una determinada población o stock.
2. Identificar eventos que requieran notificación a las autoridades nacionales o internacionales (por ejemplo, a la OIE en el caso de enfermedades de declaración obligatoria).
3. Determinar la prevalencia y la distribución de enfermedades presentes en el país, incluyendo cambios en su incidencia o prevalencia y los factores que contribuyen a estos cambios.

El tipo y el diseño del sistema de vigilancia epidemiológica a aplicar dependen de los resultados de la evaluación que se ha llevado a cabo en la presente tesis. Los datos del sistema de vigilancia epidemiológica deberían ofrecer la información requerida para el análisis de riesgos precisos tanto para el comercio internacional como para la toma de decisiones a nivel nacional (Melba, 2008).

El sistema de vigilancia epidemiológica en el país debe aportar suficiente información para una gestión sanitaria de base sobre enfermedades endémicas, para detectar brotes de enfermedades exóticas y para demostrar la ausencia de determinadas enfermedades específicas (OIE, 2013).

3.2.1. Estrategia de muestreo de las principales especies de cultivo

3.2.1.1. Selección de las especies a estudio

El primer aspecto a considerar con respecto a las fuentes de información o materiales a tener en cuenta para la evaluación del estado sanitario de los stocks o poblaciones de las principales especies de cultivo en el país, es determinar claramente, y en colaboración con la Autoridad Nacional de Pesca, cuales son consideradas las “principales” especies acuáticas de cultivo acuícola en el país.

Para realizar esta selección, se desarrollaron los siguientes criterios en colaboración con la Autoridad Nacional de Pesca. **Se incluirán en el estudio aquellas especies acuáticas de cultivo que cumplan los siguientes requisitos:**

1. Especie que se cultive actualmente, es decir que se haya cultivado durante los años 2013, 2014 y 2015.
2. Especie considerada como “domesticada”, basándose en el concepto de la FAO de domesticación: en la que al menos una fase del ciclo biológico ha sido controlada artificialmente. Por ejemplo, se considera como especie domesticada el camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*), a pesar de que las post-larvas se recolectan del medio natural; estas larvas son engordados posteriormente en cautividad.
3. Especie con una producción de al menos una Tm al año.

Teniendo en cuenta estos criterios, en la Tabla 4 se indican las especies seleccionadas para participar en el muestreo y, por ende, en la evaluación. La tabla proporciona el nombre común y científico de la especie, así como el volumen estimado de producción en 2013 y ciertos comentarios de la Autoridad Nacional de Pesca en relación a su grado de domesticación y a la producción de semilla (en el caso en que se trate de una actividad acuícola basada en la captura de semilla del medio natural).

Las especies que se detallan en la Tabla 4 son las especies objeto de la evaluación del estado sanitario.

Tabla 4. Principales especies de cultivo acuícola en Papúa Nueva Guinea

Especie	Volumen estimado* de producción en 2013	Comentarios de la Autoridad Nacional de Pesca
Barramundi (<i>Lates calcarifer</i>)	10 Tm	El laboratorio está en fase de construcción, por el momento los alevines provienen de Australia
Camarón de agua dulce (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>)	1 Tm	El laboratorio está en construcción, por el momento las post-larvas son recolectados del medio natural
Chano (<i>Chano chano</i>)	1 Tm	El laboratorio está en construcción, por el momento las post-larvas son recolectados del medio natural
Camarón de agua salada (<i>Penaeus monodon</i>)	10 Tm	Producción comercial desarrollada por una única compañía
Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	50 Tm	Producción comercial desarrollada por 3 granjas y un laboratorio de producción de semilla
Tilapia Nilótica (<i>Oreochromis niloticus</i>)	1000 Tm	No existen datos exactos sobre el número total de granjas
Carpa común (<i>Cyprinus carpio</i>)	500 Tm	No existen datos exactos sobre el número total de granjas
Lobsters (<i>Panulirus argus</i>)	20 Tm	El laboratorio está en construcción, por el momento las larvas son recolectadas del medio natural
Cangrejo de manglar (<i>Scylla serrata</i>)	20 Tm	El laboratorio está en construcción, por el momento las larvas son recolectadas del medio natural
Alga (<i>Kappaphycus alvarezii</i>)	100 Tm	No existen datos exactos sobre el número total de granjas

**Se debe remarcar que los datos de producción en volumen que se detallan en la tabla y que han sido utilizados para definir la estrategia de muestreo son datos estimativos proporcionados por la Autoridad Nacional de Pesca, pero no son datos oficiales, ya que en 2013 se carecía de los valores oficiales de producción.*

3.2.1.2. Selección de patógenos y/o enfermedades a evaluar en el estudio

Una vez definidas las especies de estudio (Tabla 4), se definieron las enfermedades a evaluar en el estudio. La lista de enfermedades a formar parte del estudio se llevó a cabo en estrecha colaboración con la Autoridad Nacional de Pesca.

Se debe recalcar que la principal motivación de la Autoridad Nacional de Pesca de Papúa Nueva Guinea para llevar a cabo este estudio ha sido la evaluación de la presencia/ausencia de enfermedades de declaración obligatoria para la OIE en los stocks o poblaciones domesticadas de las principales especies de cultivo acuícola (Tabla 4), ya que esta información es básica y crucial para poder ampliar las posibilidades de exportación de Papúa Nueva Guinea de productos vivos procedentes del sector acuícola, tales como semillas, reproductores, etc. La segunda motivación de la Autoridad Nacional de Pesca de Papúa Nueva Guinea era la evaluación de la presencia/ausencia de enfermedades de relevancia a nivel regional, basándose en las correspondientes listas de enfermedades de relevancia regional en acuicultura desarrolladas por la “Red de Centros Acuícolas de Asia-Pacífico – NACA” (NACA, 2008) y por la “Autoridad Biosanitaria de Australia – AQIS” (AQIS, 2010).

Cada uno de estos tres criterios de inclusión de enfermedades en la lista final de enfermedades a evaluar en la presente Tesis se detalla a continuación, en secciones separadas.

a) Enfermedades de declaración obligatoria para la OIE para animales acuáticos

Dentro del Código Sanitario para los Animales Acuáticos de la OIE (OIE, 2016) se presentan los “Criterios para la inclusión de las enfermedades de los animales acuáticos en la lista de la OIE”, así como las “Enfermedades de la lista de la OIE” por grupo taxonómico de animales acuáticos. La OIE especifica que las enfermedades que se propongan para inclusión en la lista deberán reunir los criterios pertinentes, tal como se indican en: A. Consecuencias, B. Propagación y C. Diagnóstico. Por consiguiente, para ser incluida en la lista, una enfermedad debe reunir las siguientes características: 1 ó 2 ó 3; y 4 ó 5; y 6; y 7; y 8 (ver Tabla 5). Estas propuestas irán acompañadas por una definición de caso para la enfermedad considerada (Código Sanitario para los Animales Acuáticos de la OIE, 2016).

Tabla 5. Criterios para la inclusión de las enfermedades de los animales acuáticos en la lista de la OIE

Número		Criterios para la inclusión	Notas explicativas
A. Consecuencias			
1		Se ha demostrado que la enfermedad causa pérdidas significativas de producción a nivel nacional o multinacional (zonas o regiones).	Se ha establecido un patrón general según el cual la enfermedad provocará pérdidas en las especies susceptibles, y la morbilidad y la mortalidad están relacionadas básicamente con el agente infeccioso y no con factores relativos a la gestión o el medio ambiente (la morbilidad incluye, por ejemplo, pérdida de producción por falta de desove.) Las repercusiones económicas directas de la enfermedad están relacionadas con su morbilidad, mortalidad y efectos en la calidad de producto.
2	O	Se ha demostrado o pruebas científicas indican que es probable que la enfermedad puede causar una morbilidad o mortalidad importantes en poblaciones naturales de animales acuáticos.	Las poblaciones naturales de animales acuáticos pueden ser poblaciones que se capturan con fines comerciales (pesquerías naturales) y representan, por lo tanto, desde el punto de vista económico, un capital. Este capital también puede ser ecológico o medioambiental (por ejemplo, si los animales acuáticos que componen la población pertenecen a una especie potencialmente amenazada por la enfermedad).
3	O	El agente infeccioso constituye un peligro para la salud pública.	
Y B. Propagación			
4		Se ha demostrado la etiología infecciosa de la enfermedad.	
5	O	Se ha establecido una estrecha relación entre un agente infeccioso y la enfermedad pero se desconoce aún la etiología.	Al igual que las enfermedades cuya etiología infecciosa ha sido demostrada, las enfermedades infecciosas de etiología desconocida pueden tener consecuencias peligrosas. Mientras se recolectan datos sobre la presencia de la enfermedad, se deben realizar investigaciones a fin de dilucidar la etiología de la enfermedad y los resultados deben darse a conocer en un período de tiempo razonable.

6	Y	Probabilidad de propagación internacional de la enfermedad por los animales acuáticos vivos, sus productos o fómites.	El comercio internacional de especies de animales acuáticos susceptibles a la enfermedad está ya establecido o tiene probabilidades de establecerse, siendo probable la introducción y establecimiento de la enfermedad por el comercio internacional.
7	Y	Varios países o zonas pueden ser declarados libres de la enfermedad, de conformidad con los principios generales de vigilancia descritos en el Capítulo 1.4.	Los países libres o las zonas libres de enfermedad podrían ser protegidos. La inclusión en la lista de enfermedades presentes en todo el mundo o muy extendidas imposibilitaría la notificación, no obstante, los países que aplican un programa de control pueden proponer la inclusión de estas enfermedades en la lista, siempre que hayan emprendido una evaluación científica para respaldar su solicitud. La protección de los reproductores contra las enfermedades extendidas, o la protección de las últimas zonas libres existentes contra una enfermedad muy extendida serían ejemplos.
Y C. Diagnóstico			
8		Existe un método de diagnóstico o de detección fiable y asequible.	Debe existir una prueba de diagnóstico asequible y que, preferentemente, haya sido sometida a un proceso de normalización y validación con muestras de terreno (véase el Manual Acuático), o existe una definición precisa de los casos que permite identificarlos claramente y distinguirlos de otras patologías.

Una vez definidos los criterios para la inclusión de enfermedades dentro de la lista de enfermedades de declaración obligatoria de la OIE, las enfermedades que figuran a continuación se han incluido en la lista de la OIE teniendo en cuenta los criterios para la inclusión de una enfermedad de los animales acuáticos (Tabla 5).

Están incluidas en la lista de la OIE las siguientes enfermedades de los peces:

- Herpesvirosis de la carpa koi
- Infección por el alfavirus de los salmónidos
- Infección por *Aphanomyces invadans* (Síndrome ulcerante epizoótico)
- Infección por *Gyrodactylus salaris*
- Infección por las variantes con supresión en la HPR y HPR0 del virus de la anemia infecciosa del salmón
- Iridovirosis de la dorada japonesa
- Necrosis hematopoyética epizoótica
- Necrosis hematopoyética infecciosa
- Septicemia hemorrágica viral
- Viremia primaveral de la carpa

Están incluidas en la lista de la OIE las siguientes enfermedades de los moluscos:

- Infección por *Bonamia ostreae*
- Infección por *Bonamia exitiosa*
- Infección por el herpesvirus del abalón
- Infección por *Marteilia refringens*
- Infección por *Perkinsus marinus*

- Infección por *Perkinsus olseni*
- Infección por *Xenohaliotis californiensis*

Están incluidas en la lista de la OIE las siguientes enfermedades de los crustáceos:

- Enfermedad de la cola blanca
- Enfermedad de la necrosis hepatopancreática aguda
- Enfermedad de las manchas blancas
- Hepatopancreatitis necrotizante
- Infección por el virus de la cabeza amarilla
- Mionecrosis infecciosa
- Necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa
- Plaga del cangrejo de río (*Aphanomyces astaci*)
- Síndrome de Taura

Por otro lado, dentro del Código Sanitario para los animales acuáticos de la OIE (2016) también se determinan las etapas a seguir para evaluar la susceptibilidad de una especie acuática a la infección por un agente patógeno específico, basado en:

- Criterios para determinar si la vía de transmisión es coherente con las vías naturales de infección (tal y como se describe en el Artículo 1.5.4.) (ver más adelante).
- Criterios para determinar si el agente patógeno se ha identificado adecuadamente (tal y como se describe en el Artículo 1.5.5.).
- Criterios para determinar si las pruebas indican que la presencia del agente patógeno constituye una infección (tal y como se describe en el Artículo 1.5.6.).

A continuación, se detallan los artículos del Código Sanitario mencionados en el apartado anterior:

Artículo 1.5.4.

Etapas 1: criterios para determinar si la vía de transmisión es coherente con las vías naturales de infección

Las pruebas se clasificarán como transmisión a través de:

- Aparición natural: incluye las situaciones en que la infección se haya producido sin intervención experimental, p. ej., una infección en las poblaciones silvestres o de cría; o
- Procedimientos experimentales no invasivos: incluye la cohabitación con hospedadores infectados, o la infección por inmersión o ingestión; o
- Procedimientos experimentales invasivos: incluye la inyección, la exposición a cargas de agente patógeno anormalmente elevadas o a factores estresantes (p. ej., temperatura) que no se encuentran en el entorno natural o de cultivo del hospedador.

Es importante determinar si los procedimientos experimentales (por ejemplo, inoculación, carga infecciosa) reproducen las vías naturales de transmisión de la enfermedad de la lista de la OIE. Deberán tenerse en cuenta asimismo los factores medioambientales, ya que estos pueden afectar a la resistencia de los hospedadores o la transmisión del agente patógeno.

Artículo 1.5.5.

Etapas 2: criterios para determinar si el agente patógeno se ha identificado adecuadamente

El agente patógeno deberá identificarse y confirmarse de acuerdo con los métodos descritos en la sección 7 (criterios de diagnóstico corroborativo) de los correspondientes capítulos de enfermedad de la lista de la OIE del Manual Acuático, o con otros métodos que hayan demostrado ser equivalentes.

Artículo 1.5.6.

Etapas 3: criterios para determinar si las pruebas indican que la presencia del agente patógeno constituye una infección

Con el fin de determinar la infección, deberá utilizarse una combinación de los siguientes criterios (véase el Artículo 1.5.7.):

- El agente patógeno se multiplica o se encuentra en estadio de desarrollo en el hospedador;
- Un agente patógeno viable se ha aislado en las especies susceptibles propuestas, o se ha demostrado su capacidad infecciosa por medio de la transmisión a individuos inmunológicamente desprotegidos;
- Los cambios clínicos o patológicos asociados con la infección;
- La localización específica del agente patógeno se da en los tejidos diana esperados.

El tipo de pruebas para demostrar la infección dependerá del agente patógeno y de las correspondientes especies hospedadoras potenciales.

Artículo 1.5.7.

Resultados de la evaluación

La decisión de incluir una especie como susceptible deberá basarse en la conclusión de que las pruebas son definitivas. Deberá demostrarse que:

- La transmisión se ha producido naturalmente o mediante procedimientos experimentales que reproducen las vías naturales de infección de acuerdo con lo contemplado en el Artículo 1.5.4.; y
- La identificación del agente patógeno se ha confirmado de acuerdo con lo contemplado en el Artículo 1.5.5.; y
- Existen pruebas de la infección por el agente patógeno en las especies hospedadoras sospechosas de acuerdo con lo contemplado en los criterios A a D del Artículo 1.5.6. Las pruebas para confirmar el criterio A son suficientes para determinar la infección. En ausencia de pruebas que cumplan el criterio A, deberán satisfacerse al menos dos de los criterios B, C, o D para determinar la infección.

b) Lista de enfermedades relevantes a nivel nacional y regional definidas por NACA y AQIS

La lista de enfermedades que no son de declaración obligatoria para la OIE, pero de relevancia regional en Oceanía, y nacional en el caso de Papúa Nueva Guinea, atendiendo a las especies de cultivo existentes y basadas en las listas oficiales de la “Red de Centros Acuícolas de Asia-Pacífico (NACA)” y de la “Autoridad de Inspección y Cuarentena de Australia (AQIS)” se presentan a continuación. La Autoridad Nacional de Pesca ha solicitado que la presente Tesis evalúe la presencia/ausencia de las siguientes enfermedades y/o patógenos, considerándolos, a priori, como presentes o endémicos en el país debido a los intercambios realizados con otras naciones dentro de la región en los que sí hay constancia científica de su presencia. No cabe duda de que posteriores estudios serán diseñados a partir de la presente tesis para ahondar en el estudio de las enfermedades y/o patógenos presentes en el país, ya que este es solamente un estudio de base. Se enumeran a continuación las enfermedades y patógenos presentes en ambas listas, atendiendo a los hospedadores posibles, es decir, a las especies actuales de cultivo en Papúa Nueva Guinea (por este motivo no se enumeran las enfermedades o patógenos que afectan a los moluscos, ya que no existe un cultivo comercial de moluscos en el país).

Enfermedades y patógenos de relevancia Nacional y/o Regional en peces:

- Enfermedad de la boca roja (*Yersinia ruckerii*)
- Forunculosis (*Aeromonas salmonicida*)
- Lactococosis (*Lactococcus garvieae*)
- Flavobacteriosis (*Tenacibaculum maritimus*)
- Vibriosis (*Vibrio* spp.)
- Parásitos externos (protozoos, trematodos monogenea y digenea, etc.)
- Saprolegniosis (*Saprolegnia* spp.)
- Iridovirosis del mero – GID
- Encefalopatía y retinopatía viral – VER
- Enfermedad bacteriana del riñón – BKD (*Renibacterium salmoninarum*)
- Photobacteriosis (*Photobacterium damsela*)

Enfermedades y patógenos de relevancia Nacional y/o Regional en crustáceos:

- Vibriosis (*Vibrio* spp.)

Enfermedades y patógenos de relevancia Nacional y/o Regional en holotúridos (pepino de mar):

- Vibriosis (*Vibrio* spp.)
- Infección por protozoos (ciliados)
- Parásitos externos (copépodos)

Enfermedades y patógenos de relevancia Nacional y/o Regional en macroalgas:

1. Enfermedad “ice-ice”

A partir de los listados de enfermedades y patógenos anteriormente mencionados, la Tabla 6 presenta las principales enfermedades y patógenos de peces, crustáceos, holotúridos y algas que deben ser evaluados para decidir su inclusión en la lista definitiva de enfermedades y patógenos a evaluar en la presente Tesis.

Tabla 6. Listado de enfermedades y patógenos a ser considerados en la presente Tesis

Enfermedades	De declaración obligatoria para la OIE (2012)	De relevancia Nacional (OIE/NACA) (2011)	Enfermedades de posible relevancia a nivel nacional	De declaración obligatoria en Australia (AQIS, 2011)	Exóticas en Australia (como punto de referencia)	Probablemente exóticas en PNG (sin evidencia científica)	Principales hospedadores	Deben ser incluidas en la evaluación	Criterios principales para su inclusión	Código
Peces										
Virales										
1. Necrosis hematópoyética epizootica – virus EHN	X	X		X		No hay datos	Trucha arco iris, carpa común	Si ⁺	Lista OIE y lista regional	A
2. Necrosis hematópoyética infecciosa – virus IHN	X	X		X	X	X	Trucha arco iris	Si ⁻	Lista OIE y plantea restricciones comerciales	B
3. Anemia Infecciosa del Salmon – virus ISA	X	X		X	X	X	Trucha arco iris	Si ⁻	Lista OIE y plantea restricciones comerciales	C
4. Herpesvirosis de la carpa koi – virus KHVD	X	X		X	X	X	Carpa común	Si ⁻	Lista OIE y plantea restricciones comerciales	D
5. Iridovirosis de la dorada japonesa – virus RSID	X	X		X	X	X	Especies marinas	Si ⁻	Lista OIE y plantea restricciones comerciales	E
6. Viremia primaveral de la carpa – virus SVC	X	X		X	X	X	Carpa común	Si ⁻	Lista OIE y plantea restricciones comerciales	F

7. Septicemia hemorrágica viral – virus VHS	X	X		X	X	X	Trucha arco iris	Si ⁻	Lista OIE y plantea restricciones comerciales	G
8. Encefalopatía y retinopatía viral – virus VER		X		X		No hay datos	Especies marinas	Si ⁺	Presente a nivel regional	H
9. Necrosis Pancreática Infecciosa – IPN virus			X	X	X	X	Trucha arco iris	No	Fuera de la lista OIE y probablemente exótica	I
10. Iridovirosis del mero – virus GID		X	X	X	X	X	Meros y otras especies marinas	No	Fuera de la lista OIE y probablemente exótica	J
Bacterianas										
1. Enfermedad bacteriana del riñón – BKD (<i>Renibacterium salmoninarum</i>)			X	X	X	X	Trucha arco iris	Si ⁻	Probablemente endémica	K
2. <i>Aeromonas salmonicida</i>			X	X		No hay datos	Trucha arco iris, carpa común	Si ⁺	Probablemente endémica	L
3. Enfermedad de la boca roja (<i>Yersinia ruckeri</i>)			X	X		No hay datos	Trucha arco iris, carpa común	Si ⁺	Probablemente endémica	M
4. Flavobacterium: <i>Flavobacterium</i> sp. y <i>Tenacibaculum maritimum</i>			X			No hay datos	Todas las especies	Si ⁺	Probablemente endémica	N

5. Vibriosis (V. anguillarum, V. anguillarum, V. anguillarum, etc.)			X			No hay datos	Especies marinas	Si ⁺	Probablemente endémica	O
6. Photobacterium damsela (subespecies piscicida y damsela)			X			No hay datos	Especies marinas	Si ⁺	Probablemente endémica	P
7. Lactococcosis (Lactococcus garvieae)			X			No hay datos	Trucha arco iris	Si ⁺	Probablemente endémica	Q
Parasitarias										
1. Gyrodactylosis (Gyrodactylus salaricus)	X	X		X	X	X	Trucha arco iris	Si ⁻	Lista OIE y plantea restricciones comerciales	R
2. Otros parásitos externos (trematodos, protozoos, etc.)			X			No hay datos	Todas las especies	Si ⁺	Probablemente endémica	S
3. Myxobolus cerebralis				X		No hay datos	Trucha arco iris	Si ⁺	Probablemente endémica	T
Fúngicas										
1. Infección por Aphanomyces invadans (Síndrome ulcerante epizootico) - EUS	X	X		X		Existe un informe del país en organismos salvajes	<i>Lates calcarifer</i> Anguilas	Si ⁺	Lista OIE y lista regional	U
2. Saprolegniasis (Saprolegnia spp.)			X			No hay datos	Especies de agua dulce	Si ⁺	Probablemente endémica	V

Crustáceos										
Virales										
1. Síndrome de Taura	X	X		X	X	X	<i>P. vannamei</i>	No	Lista de la OIE, pero el hospedador no se cultiva en PNG	A
2. Enfermedad de las manchas blancas	X	X		X	X	X	Crustáceos (incluidos gambas, cangrejos y langostas)	Si ⁻	Lista OIE y plantea restricciones comerciales	B
3. Infección por el virus de la cabeza amarilla	X	X		X		No hay datos	<i>P. monodon</i>	Si ⁺	Lista OIE y plantea restricciones comerciales	C
4. Necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa	X	X		X		No hay datos	<i>P. monodon</i>	Si ⁺	OIE-listed y present in the region	D
5. Enfermedad de la cola blanca	X	X		X	X	X	<i>Macrobrachium rosembregii</i>	No	Lista OIE y plantea restricciones comerciales	E
Bacterianas										
1. Mionecrosis infecciosa	X	X		X	X	X	<i>P. vannamei</i>	No	Fuera de la lista OIE y probablemente exótica	F
2. Vibriosis (<i>Vibrio</i> spp.)			X			No hay datos	Crustáceos (incluidos gambas,	Si ⁺	Probablemente endémica	G

							cangrejos y langostas)			
Holoturidos										
Bacterianas										
1. Vibriosis (<i>Vibrio spp.</i>)						No hay datos	Todos los holothuridos	Si ⁺	Probablemente endémica	A
Parásitos externos										
1. Ciliados						No hay datos	Todos los holothuridos	Si ⁺	Probablemente endémica	B
2. Copépodos						No hay datos	Todos los holothuridos	Si ⁺	Probablemente endémica	C
Macroalgas										
1. Enfermedad “ice-ice”						No hay datos	Algas rojas	Si ⁺	Probablemente endémica	A

c) Conclusiones

Una vez elaborada la Tabla 6, estos son los **posibles escenarios** para la ejecución de la evaluación del estado sanitario de los stocks o poblaciones de las principales especies de cultivo en el país (estudio de referencia):

1. Considerar todas las enfermedades de la lista de la OIE (aun cuyo pudieran ser exóticas en Papúa Nueva Guinea), más las enfermedades que no están en la lista de la OIE pero que podrían ser endémicas en Papúa Nueva Guinea atendiendo a la situación sanitaria en países vecinos.
2. Considerar alguna de las enfermedades de la lista de la OIE: solamente las enfermedades que podrían estar presentes en el país (evitando los presumiblemente exóticas), más las enfermedades que no están en la lista de la OIE pero que podrían ser endémicas en Papúa Nueva Guinea atendiendo a la situación sanitaria en países vecinos.
3. Considerar únicamente las enfermedades que podrían ser endémicas en Papúa Nueva Guinea atendiendo a la situación sanitaria en países vecinos.

3.2.1.2.1. Clasificación de las enfermedades atendiendo a las especies hospedadoras

Peces:

a) Enfermedades lista de la OIE (todos ellas son "Sí-", aparte de EHN y EUS, que son "Sí+").

Todas ellas, aparte de EHN y EUS (Sí+) son probablemente exóticas en Papúa Nueva Guinea (Tabla 6). EHN y EUS se han reportado en Australia y otros países de la región del Pacífico (OIE WAHIS, 2017). Estas enfermedades están codificadas en la Tabla 6 como A, B, C, D, E, F, G, R y T, y tienen características similares en relación con el contexto nacional:

- Todas ellas son enfermedades de la lista de la OIE.
- Todas ellas también figuran como enfermedades relevantes regionalmente (dentro de la región de Asia-Pacífico) en el acuerdo OIE-NACA sobre salud de los animales acuáticos.
- Todas ellas son consideradas como enfermedades de declaración obligatoria para los animales acuáticos en los países vecinos, como Australia y Nueva Zelandia.
- Papúa Nueva Guinea nunca ha informado de ningún caso o brote de estas enfermedades, aparte de EUS, que ha sido reportado en animales salvajes en el país.
- Estas enfermedades nunca han sido notificadas en la sub-región del Pacífico Sur teniendo en cuenta la bibliografía científica y las bases de datos existentes de la OIE, aparte del código de la enfermedad EHN (Necrosis hHematopoyética Epizoótica) y EUS (Síndrome Ulceroso Epizoótico): EHN ha sido notificada en varios países de la región, mientras que la EUS ha sido reportado en Australia y en Papúa Nueva Guinea en los organismos acuáticos silvestres.
- La mayoría de ellos son exóticos en Australia y Nueva Zelandia (como punto de referencia).
- No hay datos disponibles de Papúa Nueva Guinea en la base de datos de la OIE sobre enfermedades de los animales acuáticos para ninguna de estas enfermedades.
- Todas ellas plantean serias restricciones al comercio internacional de animales acuáticos vivos y/o productos acuáticos vivos (huevos, semen, embriones, etc.) destinados a fines acuícolas.
- Estas enfermedades no plantean serias limitaciones o restricciones en relación con el comercio internacional de productos acuáticos muertos (procesados o no procesados) destinados al consumo humano.
- La mayoría de ellas afectan a peces de agua dulce como la trucha arco iris y la carpa común (aparte de RSDI y EUS).

- La mayoría de ellas son enfermedades virales de alta capacidad infectiva (aparte de EUS, que es una enfermedad fúngica, y la *Girodactilosis*, que es una enfermedad parasitaria).
- Las pruebas de diagnóstico disponibles para estas enfermedades son muy variables, desde simples diagnósticos basados en signos clínicos hasta herramientas moleculares altamente específicas.
- Hay una clara falta de información con respecto al estado de estas enfermedades en Papúa Nueva Guinea, ya que no hay datos disponibles en la base de datos de la OIE.
- Como se mencionó anteriormente todas ellas son relevantes en términos de comercio internacional de animales acuáticos vivos/productos para fines de acuicultura, pero no para el consumo humano.

También son muy relevantes si el país es miembro de la OIE, como es el caso de Papúa Nueva Guinea (OIE, 2016):

- Existe la opción de no incluir estas enfermedades en el estudio y centrarse solamente en las enfermedades presumiblemente endémicas en el país (sí +).
- Existe la opción de incluir estas enfermedades en el estudio y, atendiendo a los resultados, realizar la declaración oficial de ausencia de las mismas en el país. Esta opción implicaría la aplicación de determinadas medidas generales de bioseguridad en el país a nivel de explotación, y la implementación de programas de vigilancia sanitaria específica para todas estas enfermedades durante un período de al menos dos años (con la realización de dos muestreos al año).
- Existe la opción de evaluar la presencia o ausencia, así como el grado de prevalencia, si está presente de estas enfermedades de una manera más informal (no tan restringida).

b) Las enfermedades no lista de la OIE, pero probablemente endémica a Papúa Nueva Guinea (todas ellas son "Sí +").

Están codificadas en la Tabla 6 como H, L, M, N, O, P, Q, S, T y V. Estas enfermedades tienen algunas características en común (OIE, 2016):

- Todos ellas son enfermedades que no están presentes en la lista de la OIE.
- Son enfermedades bacterianas, parasitarias y fúngicas (pero no virales).
- No hay datos disponibles sobre el estado sanitario en Papúa Nueva Guinea con respecto a estas enfermedades en ningún tipo de fuente de información (ya sean artículos científicos, informes nacionales, etc.).
- No son relevantes en términos de restricciones comerciales internacionales en productos vivos o muertos, ya sea para fines de acuicultura o para el consumo humano.
- Es de extrema importancia conocer el estado de estas enfermedades a nivel nacional, con el fin de desarrollar e implementar programas adecuados de vigilancia sanitaria epidemiológica y protocolos de bioseguridad.
- Estas enfermedades pueden plantear graves dificultades para el desarrollo del sector de la acuicultura, debido a su impacto en la disminución de la eficiencia de producción y al aumento de las pérdidas de producción.
- Tienen un impacto negativo significativo en el rendimiento y en la velocidad de crecimiento.
- Puede cursar con altas tasas de morbilidad y mortalidad.
- Son muy comunes dentro de la región del Pacífico (y en todo el mundo) y afectan a las principales especies cultivadas en Papúa Nueva Guinea, tales como la tilapia del Nilo, la trucha arco iris, la carpa común y el camarón de agua salada y de agua dulce.
- El diagnóstico es relativamente sencillo.
- Los estudios de base para determinar su prevalencia son también relativamente simples.

- Como no se encuentran dentro de la lista de la OIE, no hay necesidad de que el país sea declarado como libre de ellos.

Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo una vigilancia específica para todas las enfermedades y/o patógenos anteriormente mencionados, con el fin de (OIE, 2016):

- En primer lugar, evaluar si están presentes en Papúa Nueva Guinea.
- En segundo lugar, evaluar su estado actual: especies afectadas, etapas del ciclo vital principalmente implicadas en el proceso infectivo, prevalencia, etc.

c) Enfermedades que no están en la lista de la OIE y presumiblemente exóticas en Papúa Nueva Guinea (todas ellas son clasificadas como "No").

Estas enfermedades están codificadas en la Tabla 6 como I, J y K. Estas enfermedades tienen algunas características en común (OIE, 2016):

- Son enfermedades que no están presentes en la lista de la OIE.
- Probablemente son exóticas en Papúa Nueva Guinea (a pesar de que no hay datos de base disponibles, estas enfermedades y/o patógenos son exóticos en la mayoría de los países y territorios de la región del Pacífico).
- No hay datos disponibles con respecto al estado actual en Papúa Nueva Guinea (en ningún tipo de fuente de información).
- No suponen graves restricciones al comercio internacional para fines de acuicultura o para el consumo humano.
- En los países/zonas/compartimentos/regiones en los que estén presentes estas enfermedades y/o patógenos podrían tener un impacto negativo significativo sobre el crecimiento y la eficiencia productiva.
- Se sugiere no considerarlas en la lista de enfermedades del estudio.

Crustáceos

a) Enfermedad dentro de la lista de la OIE, pero probablemente exótica en Papúa Nueva Guinea (considerada como "Sí-").

Esta enfermedad ha sido codificada en la Tabla 6 como como B. Se trata del virus de la Enfermedad de la Mancha Blanca, cuyas características principales son (OIE, 2016):

- Enfermedad presente en la lista de la OIE.
- Enfermedad presente en la lista de enfermedades relevantes a nivel regional (dentro de la región de Asia-Pacífico) en el acuerdo de la OIE-NACA sobre la salud de los animales acuáticos.
- Esta enfermedad es considerada como enfermedad de declaración obligatoria en los animales acuáticos en los países vecinos más desarrollados, como Australia y Nueva Zelya.
- Papúa Nueva Guinea nunca ha informado acerca de algún caso o brote de esta enfermedad.
- Esta enfermedad nunca ha sido notificada en la región del Pacífico, teniendo en cuenta la bibliografía científica y las bases de datos existentes de la OIE.
- Es exótica en Australia y en Nueva Zelya (como punto de referencia).
- No hay datos disponibles para Papúa Nueva Guinea en la base de datos de la OIE.
- Esta enfermedad plantea serias restricciones al comercio internacional de animales acuáticos vivos y/o productos acuáticos vivos (huevos, semen, embriones, reproductores, etc.) para fines de uso en acuicultura.

- Esta enfermedad no plantea serias limitaciones o restricciones en relación con el comercio internacional de productos acuáticos (vivos o muertos; procesados o no procesados) destinados al consumo humano.
- Es una enfermedad viral.
- Las pruebas de diagnóstico disponibles para esta enfermedad varían desde muy simples de realizar (basadas en la observación de signos clínicos) a herramientas moleculares altamente específicas.
- Hay varias posibilidades dentro de la presente tesis con respecto a esta enfermedad, ya que no existen datos disponibles de base.
- Como se ha mencionado anteriormente, es relevante en términos de comercio internacional de animales acuáticos vivos/productos vivos para fines de acuicultura, pero no para el consumo humano.
- Por último, se debe recalcar que el país es miembro de la OIE y debido a ello tiene unas obligaciones internacionales con respecto a la evaluación de su situación sanitaria.

Posibles opciones:

- 1) No considerar esta enfermedad dentro del estudio y centrarse en otras enfermedades "más relevantes y presumiblemente endémicas" en el país (consideradas en la Tabla 6 como Sí+).
- 2) Considerar esta enfermedad en el estudio, y atendiendo a los resultados, seguir las directrices de la OIE para que el país sea declarado como "libre" de ella (se proporciona información detallada sobre las fases para desarrollar esta opción en la sección siguiente). Esta segunda opción implicaría la aplicación de medidas generales de bioseguridad en el país a nivel de explotación, y la implementación de un programa de vigilancia epidemiológica específica para esta enfermedad durante un período de al menos dos años (con dos encuestas al año).
- 3) Evaluar la presencia o ausencia (y el grado de prevalencia, si está presente) de estas enfermedades de una manera menos formal (siguiendo protocolos diferentes a los propuestos por la OIE).

Teniendo en cuenta que el estudio va a cubrir todas las enfermedades consideradas como Sí+ se considera oportuno incluir esta enfermedad también en el mismo.

b) Enfermedades presentes en la lista de la OIE cuyos hospedadores no están presentes en Papúa Nueva Guinea (todas ellas consideradas como "No" en la Tabla 6).

Estas enfermedades han sido codificadas en el cuadro 9 como A, E y F, y tienen algunas características en común:

- Por el momento han sido notificadas solamente en *Penaeus vanamei* y *Macrobrachium rosenbergii*, que no son especies de cultivo o nativas en el caso de Papúa Nueva Guinea.
- No existe necesidad de considerarlas en el estudio de referencia ya que estas dos especies no existen en Papúa Nueva Guinea ni como cultivadas ni en el medio natural como parientes silvestres.

c) Enfermedades presentes en la lista de la OIE y probablemente presentes en Papúa Nueva Guinea (consideradas como "Sí+").

Estas enfermedades han sido codificadas en la tabla 9 como C y D. Son la Enfermedad de la Cabeza Amarilla y la Necrosis Infecciosa Hipodérmica Hematopoyéticas (IHHN por sus siglas en inglés). Estas son sus características principales:

- Son enfermedades pertenecientes a la lista de la OIE.
- Están en el listado regional de enfermedades de declaración obligatoria desarrollado por la OIE-NACA.

- Han sido notificadas en Australia, Nueva Zelya y en muchos países del Pacífico.
- Hay ciertas probabilidades de que estén presentes en PNG debido a los intercambios de especies acuáticas llevados a cabo en los últimos diez años con otros países de la región.
- Es conveniente evaluar el estado actual de estas enfermedades en el país.

d) Enfermedad fuera de la lista de la OIE, pero probablemente endémica en Papúa Nueva Guinea (considerada como "Sí+").

Esta enfermedad/conjunto de enfermedades causadas por patógenos del mismo género, ha sido codificada en la tabla 9 como G, Vibriosis (*Vibrio* spp.). Las características principales de este conjunto de patógenos con respecto a su posible inclusión en el estudio de base:

- Este grupo de patógenos no está presente en la lista de la OIE.
- No existen datos epidemiológicos disponibles en Papúa Nueva Guinea en ningún tipo de fuente de información (artículos científicos, informes nacionales, etc.).
- Actualmente este grupo de enfermedades no son limitantes en términos de restricciones comerciales internacionales, ya sea para fines de acuicultura o para el consumo humano.
- Es muy importante conocer el estado sanitario respecto a este grupo de patógenos a nivel nacional, con el fin de desarrollar adecuados programas nacionales de vigilancia epidemiológica y protocolos de bioseguridad.
- Este grupo de patologías podría plantear serios problemas para el sector de la acuicultura del camarón de agua salada, la langosta y el cangrejo de manglar, mediante el aumento de las pérdidas de producción.
- Tiene un impacto negativo significativo en el rendimiento y en la velocidad de crecimiento.
- Presenta una alta mortalidad y morbilidad.
- Es un grupo de patologías bastante común dentro de la región.
- Las pruebas de diagnóstico disponibles son relativamente sencillas de realizar.
- Los estudios de base para determinar su prevalencia también son relativamente fáciles de realizar.

Teniendo en cuenta que este grupo de enfermedades no está en la lista de la OIE, no hay necesidad de ser declarado libre de ellas. Por lo tanto, se recomienda evaluar la situación sanitaria actual, con el fin de:

- En primer lugar, evaluar si está presente en Papúa Nueva Guinea.
- En segundo lugar, evaluar su estado actual: especies afectadas, etapas del ciclo vital con mayor riesgo, prevalencia, etc.

Holotúridos y algas marinas.

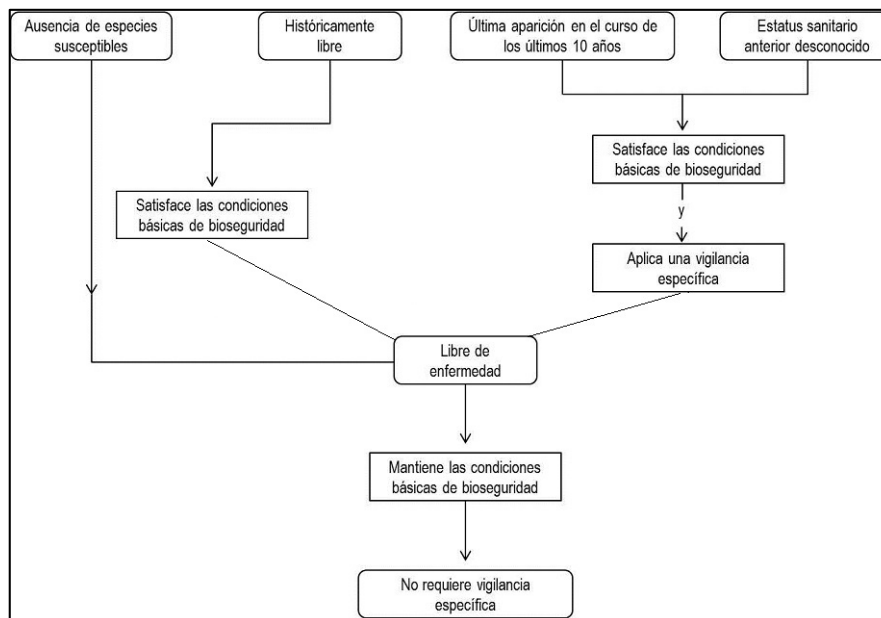
a) Enfermedades codificadas en el cuadro 9 como A, B y C para los holotúridos, y A para las algas marinas. Se presentan a continuación las características principales con respecto a su inclusión en el estudio de base:

- Ninguna de estas enfermedades está en la lista de la OIE (no hay enfermedades de declaración obligatoria de la OIE para algas o equinodermos).
- Lo más probable es que estas patologías estén presentes en Papúa Nueva Guinea, pero no hay datos disponibles acerca de la situación sanitaria actual.
- Se recomienda su inclusión en el estudio de referencia, ya que las pruebas de diagnóstico son relativamente simples de realizar y aportarían una información de base crucial para el futuro desarrollo acuícola de estos dos grupos de especies.

3.2.1.3. Procedimientos para demostrar la ausencia de una determinada enfermedad de declaración obligatoria para la OIE (OIE, 2016)

En el siguiente diagrama se resumen los diferentes procedimientos de declaración de ausencia de enfermedad (OIE, 2016) (Figura 6).

Figura 6. Procedimientos de declaración de ausencia de enfermedad (OIE, 2016)



Ausencia de especies susceptibles

Un país, una zona o un compartimento podrán ser reconocidos libres de enfermedad sin necesidad de aplicar un programa de vigilancia específica, si ninguna de las especies susceptibles (indicadas en el capítulo pertinente del Manual Acuático de la OIE o en la literatura científica) está presente en el país, la zona o el compartimento.

País, zona o compartimento históricamente libres de enfermedad

Un país, una zona o un compartimento podrán declararse libres de enfermedad sin necesidad de aplicar oficialmente un programa de vigilancia específica de un agente patógeno, si:

- no se ha documentado nunca la presencia de la enfermedad, ni en una notificación oficial ni en la literatura científica (con comité de lectura), o
- la enfermedad no ha vuelto a estar presente durante, por lo menos, los 10 últimos años, siempre y cuyo sea probable que los agentes de la enfermedad produzcan signos clínicos identificables en animales susceptibles observables.

Y durante, por lo menos, los 10 últimos años:

- Se han establecido las condiciones elementales de bioseguridad y se aplican eficazmente.
- No se ha llevado a cabo ninguna vacunación contra la enfermedad, salvo disposición contraria en el Código Acuático.

- No se tiene conocimiento de la presencia de la enfermedad en las poblaciones silvestres de animales acuáticos del país o la zona que desean declararse libres de ella (un país o una zona no podrán solicitar el estatus de país o zona históricamente libres de una enfermedad si existen pruebas concluyentes de la presencia de la enfermedad en las poblaciones silvestres de animales acuáticos; sin embargo, no será necesaria una vigilancia específica de las poblaciones silvestres de animales acuáticos).

Un país, una zona o un compartimento que se hayan declarados libres de enfermedad por ausencia de especies susceptibles, pero que hayan introducido ulteriormente alguna de las especies susceptibles contempladas en el Manual Acuático de la OIE (OIE, 2016), podrán ser considerados históricamente libres de la enfermedad siempre que:

1. Las especies provengan de un país, una zona o un compartimento declarados libres de la enfermedad en el momento de la introducción.
2. Se hayan establecido las condiciones elementales de bioseguridad antes de la introducción.
3. No se haya llevado a cabo ninguna vacunación contra la enfermedad, salvo disposición contraria en el capítulo del Código Acuático sobre la enfermedad.

Última presencia de la enfermedad en los últimos 10 años y/o situación anterior desconocida

Los países, zonas o compartimentos que hayan logrado erradicar la enfermedad (o en los que la enfermedad no haya vuelto a estar presente) en los últimos 10 años, o cuyo estatus sanitario se desconozca, deberán cumplir los requisitos de vigilancia específica del agente patógeno descritos en el Manual Acuático de la OIE, cuyo existan. Si no existe información sobre la enfermedad que permita elaborar un sistema de vigilancia, la declaración de ausencia de la enfermedad deberá ir seguida de, por lo menos, dos encuestas epidemiológicas anuales (durante dos años consecutivos por lo menos) con un intervalo de tres meses o más entre cada una, sobre las especies pertinentes, en la fase biológica adecuada y en los períodos del año en que la temperatura y la estación ofrezcan mayor posibilidad de detectar el agente patógeno. Las encuestas se planificarán de modo que se obtenga un nivel general de confianza igual o superior al 95% y la prevalencia estimada en los animales y a niveles de agrupación superiores (es decir, estanque, explotación, aldea, etc.) sea del 2% como máximo (este valor puede variar según las enfermedades y puede indicarse en el capítulo correspondiente del Manual Acuático). Estas encuestas no serán facultativas y deberán atenerse a las indicaciones del Manual Acuático. Sus resultados ofrecerán pruebas suficientes de la ausencia de enfermedad a condición que, durante por lo menos los últimos 10 años, se hayan reunido los siguientes criterios adicionales:

- Se han establecido las condiciones elementales de bioseguridad y se aplican eficazmente.
- No se ha llevado a cabo ninguna vacunación contra la enfermedad, salvo disposición contraria en el Código Acuático.
- No se tiene conocimiento de la presencia de la enfermedad en las poblaciones silvestres de animales acuáticos del país o la zona que desean declararse libres de ella (un país o una zona no podrán solicitar el estatus de país o zona libres de una enfermedad si existen pruebas concluyentes de la presencia de la enfermedad en las poblaciones silvestres de animales acuáticos. Será necesaria una vigilancia específica de las poblaciones silvestres de animales acuáticos pertenecientes a las especies susceptibles para confirmar la ausencia de la enfermedad).

Conservación del estatus de país o zona libres de enfermedad

Un país o una zona que se hayan declarado libres de enfermedad según lo dispuesto en el Código Acuático de la OIE podrán interrumpir la vigilancia específica de agentes patógenos y conservar su estatus sanitario, siempre y cuando:

- Sea probable que, si la enfermedad está presente, el agente patógeno provoque la aparición de signos clínicos identificables en especies susceptibles observables.
- Se hayan establecido las condiciones elementales de bioseguridad y se apliquen eficazmente.
- No se haya llevado a cabo ninguna vacunación contra la enfermedad, salvo disposición contraria en el Código Acuático.
- La vigilancia haya demostrado anteriormente, en su caso, que la enfermedad no está presente en las poblaciones silvestres de animales acuáticos pertenecientes a especies susceptibles.

Se puede considerar como caso aparte el de un compartimento libre de enfermedad situado en un país o una zona que no se hayan declarados libres de enfermedad: se mantendrá un nivel de vigilancia proporcional al grado de riesgo y se evitará la exposición a posibles fuentes de enfermedad.

Programa de vigilancia para evaluar la distribución y la presencia de una determinada enfermedad que haya sido considerada en este estudio como pertinente.

Los programas de vigilancia para determinar la distribución y la aparición de una determinada enfermedad son ampliamente utilizados para evaluar la prevalencia e incidencia de la enfermedad seleccionada, como una ayuda para la toma de decisiones, como, por ejemplo, la implementación de programas de control y erradicación. El conocimiento del estatus sanitario con respecto a una o más enfermedades también tiene importancia para el comercio internacional de animales y productos derivados. En contraste con los programas de vigilancia epidemiológica destinados a demostrar la ausencia de una enfermedad, los programas de vigilancia destinados a conocer la distribución y la incidencia de una enfermedad determinada están generalmente diseñados para recopilar datos sobre un número de variables pertinentes para la sanidad animal, por ejemplo:

- La prevalencia o incidencia de la enfermedad en los animales silvestres o cultivados.
- Las tasas de morbilidad y mortalidad.
- La frecuencia de los factores de riesgo de la enfermedad y su cuantificación.
- Los registros de producción agrícola, etc.

3.2.1.4. Selección final de las enfermedades a ser incluidas en la presente evaluación

Se presenta a continuación la lista de las enfermedades o patógenos considerados como pertinentes a incluir en el estudio, junto con la siguiente información para todas las enfermedades seleccionadas (Tabla 7):

1. Pruebas de diagnóstico disponibles.
2. Material diagnóstico y de muestreo necesario.
3. Habilidades necesarias.

Tabla 7. Enfermedades y/o patógenos finalmente seleccionados para participar en el estudio, junto con su hospedador/es, distribución geográfica, test diagnósticos disponibles, protocolo de muestreo, equipo y materiales de muestro y diagnóstico necesario y habilidades necesarias para el muestreo y el diagnóstico

Enfermedades	Hospedador/es	Distribución geográfica	Estado vital más susceptible	Principales métodos de diagnóstico	Protocolo de muestreo	Materiales y equipos necesarios para realizar el muestreo y el diagnóstico	Habilidades necesarias a nivel del país
Peces							
Enfermedades virales							
1. Necrosis hematópoyética epizootica – EHN virus	Trucha arco iris, carpa común	Presente en Oceanía	Alevines Juveniles >125mm Mortalidad y prevalencia muy bajas	ELISA PCR	Toma rutinaria de muestras (tabla 11) y diagnóstico por PCR o ELISA. Para la declaración de país/zona/compartimento libre de la enfermedad: las primeras mortalidades de rutina deben ser recogidos diariamente y se almacenan en grupos hasta que llegan a 250-300 muestras por explotación. En segundo lugar, se realiza el diagnóstico por ELISA o PCR. Se analizó una granja por distrito de producción.	-Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR o ELISA.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).
2. Necrosis hematópoyética infecciosa – virus IHN	Trucha arco iris	Exótica Nunca ha sido notificada en Oceanía	Alevines Juveniles >125mm	Signos clínicos Cultivo celular PCR	Sólo cuyo las temperaturas están por debajo de 14 ° C. 1º: observación de los signos clínicos. 2º: cultivo celular o PCR de los tanques afectados (vigilancia específica). Se analizó una granja por distrito de producción.	- Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR o cultivo celular.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).

3. Anemia infecciosa del salmón – virus ISA	Se han realizado infecciones experimentales en trucha arco iris	Exótica Nunca ha sido notificada en Oceanía	Todos los estados de desarrollo. Mortalidad, morbilidad y prevalencia muy bajas	Signos clínicos Cultivo celular RT-PCR	1°: Observación de los signos clínicos. 2° cultivo celular o PCR de los tanques afectados (vigilancia específica). Se analizó una granja por distrito de producción.	- Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR o cultivo celular.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).
4. Koi herpesvirus – virus KHVD	Carpa común	Exótica Nunca ha sido notificada en Oceanía	Todos los estados clínicos Es común en especímenes de más de un año Altas mortalidades (70-80%) y alta morbilidad (100%)	Signos clínicos RT-PCR	Sólo cuando las temperaturas están por encima de los 17 ° C. 1°: observación de los signos clínicos. 2°: PCR de los tanques afectados (vigilancia específica). Se analizó una granja por distrito de producción.	- Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).
5. Iridovirosis de la dorada japonesa – virus RSID	Peces marinos (barramundi, chano)	Exótica Nunca ha sido notificada en Oceanía	Todos los estados Es común en juveniles La morbilidad es desconocida La mortalidades muy variables	Signos clínicos PCR	Sólo cuando las temperaturas están por encima de los 25 ° C. 1°: observación de los signos clínicos. 2°: PCR de los tanques afectados (vigilancia específica). Se analizó una granja por distrito de producción.	- Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).

6. Viremia primaveral de la carpa – virus SVC	Carpa común	Exótica Nunca ha sido notificada en Oceanía	Todos los estados productivos Más común en peces de menos de un año. Mortalidad y morbilidad variables	Signos clínicos Cultivo celular RT-PCR ELISA	Sólo cuyo las temperaturas están entre 11°C y 17°C, nunca por encima de los 17°C. 1°: Observación de los signos clínicos. 2° cultivo celular, ELISA o PCR de los tanques afectados (vigilancia específica). Se analizó una granja por distrito de producción.	- Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR, ELISA o cultivo celular.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).
7. Septicemia hemorrágica viral – virus VHS	Trucha arco iris	Exótica Nunca ha sido notificada en Oceanía	Todos los estados productivos Mortalidad y morbilidad variables	Signos clínicos Cultivo celular RT-PCR	Sólo cuyo las temperaturas están por debajo de 13°C. 1°: observación de los signos clínicos. 2°: cultivo celular o PCR de los tanques afectados (vigilancia específica). Se analizó una granja por distrito de producción.	- Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR, ELISA o cultivo celular.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).
8. Encefalopatía y retinopatía viral – virus VER	Peces marinos (barramundi, chano)	Presente en la región de Oceanía	Juveniles Mortalidad del 50-100%	Signos clínicos RT-PCR	1°: observación de los signos clínicos. 2°: RT-PCR de los tanques afectados (vigilancia específica). Se analizó una granja por distrito de producción.	- Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).

9. Necrosis Pancreática Infecciosa – virus IPN	Trucha arco iris	Exótica Nunca ha sido notificada en Oceanía	Alevines y juveniles	Signos clínicos RT-PCR Cultivo celular Histopatología	Sólo cuyo las temperaturas están entre 4°C y 18°C. 1°: Observación de los signos clínicos. 2° Cultivo celular, histopatología o RT-PCR de los tanques afectados (vigilancia específica). Se analizó una granja por distrito de producción.	- Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR, cultivo celular o histopatología.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).
Enfermedades bacterianas							
1. Enfermedad bacteriana de riñón – BKD (<i>Renibacterium salmoninarum</i>)	Trucha arco iris	No existen datos relativos a PNG Exótica Nunca ha sido notificada en Oceanía	Todos los estados productivos Infección crónica Periodo de incubación muy largo Mortalidades bajas	Signos clínicos Aislamiento o bacteriano tradicional PCR ELISA	<ul style="list-style-type: none"> - Población total de la trucha arco iris/año (300 g por espécimen, 50 Tm de producción) = 200.000 ejemplares. - Método de vigilancia con una confianza esperada del 95%. - Prevalencia: 2%. - Sensibilidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 80%. - Especificidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 100%. - Tamaño de la muestra: 186 especímenes. - Las muestras deben ser tomadas en cada explotación, atendiendo al tamaño de su población total. 	- Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR o ELISA.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR.
2. <i>Aeromonas salmonicida</i>	Trucha arco iris, carpa común	No existen datos Prevalencia habitual = 5%	Todos los estados Infección aguda en alevines Infección crónica en adultos	Signos clínicos Aislamiento o bacteriano tradicional	Sólo cuyo las temperaturas están entre 12°C y 21°C, nunca por debajo de los 21°C. Población total de la trucha arco iris/año (300 g por espécimen, 50 Tm de producción) = 200000 ejemplares. - Método de vigilancia con una confianza esperada del 95%.	- Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de bacteriología tradicional.	El método de diagnóstico por aislamiento bacteriano tradicional es relativamente sencillo de realizar.

			Signos clínicos altamente específicos		<ul style="list-style-type: none"> - Prevalencia: 5%. - Sensibilidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 80%. - Especificidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 100%. - Tamaño de la muestra: 74 especímenes. - Las muestras deben ser tomadas en cada explotación, atendiendo al tamaño de su población total. 		
3. Enfermedad de la boca roja (<i>Yersinia ruckerii</i>)	Trucha arco iris, carpa común	Exótica Nunca ha sido notificada en Oceanía. No hay datos en el caso de PNG	Todos los estados Mortalidad variable	Signos clínicos Aislamiento o bacteriano tradicional ELISA	<p>Sólo cuando las temperaturas están entre 9°C y 35°C.</p> <p>Población total de la trucha arco iris/año (300 g por espécimen, 50 Tm de producción) = 200.000 ejemplares.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Método de vigilancia con una confianza esperada del 95%. - Prevalencia: 2%. - Sensibilidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 80%. - Especificidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 100%. - Tamaño de la muestra: 186 especímenes. - Las muestras deben ser tomadas en cada explotación, atendiendo al tamaño de su población total. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de bacteriología tradicional. 	El método de diagnóstico por aislamiento bacteriano tradicional es relativamente sencillo de realizar.
4. Flavobacterium: <i>Tenacibaculum maritimum</i> y <i>Flavobacterium</i> spp.	Peces en general	No existen datos	Todos los estados Común en alevines y juveniles	Signos clínicos Aislamiento o bacteriano tradicional	<ul style="list-style-type: none"> - Población total de la trucha arco iris/año (300 g por espécimen, 50 Tm de producción) = 200000 ejemplares. - Método de vigilancia con una confianza esperada del 95%. - Prevalencia: 2%. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de bacteriología tradicional. 	El método de diagnóstico por aislamiento bacteriano tradicional es relativamente sencillo de realizar.

					<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 80%. - Especificidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 100%. - Tamaño de la muestra: 186 especímenes. - Las muestras deben ser tomadas en cada explotación, atendiendo al tamaño de su población total. 		
5. Vibriosis (<i>V. anguillarum</i>, <i>V. anguylolyticus</i>, etc.)	Peces marinos (barramundi, chano)	No existen datos	Todos los estados	Signos clínicos Aislamiento o bacteriano tradicional	<ul style="list-style-type: none"> - Población total de la trucha arco iris/año (300 g por espécimen, 50 Tm de producción) = 200000 ejemplares. - Método de vigilancia con una confianza esperada del 95%. - Prevalencia: 2%. - Sensibilidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 80%. - Especificidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 100%. - Tamaño de la muestra: 186 especímenes. - Las muestras deben ser tomadas en cada explotación, atendiendo al tamaño de su población total. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de bacteriología tradicional. 	El método de diagnóstico por aislamiento bacteriano tradicional es relativamente sencillo de realizar.
6. <i>Photobacterium damselae</i> (subspecies piscicida y damselae)	Peces marinos (barramundi, chano)	No existen datos	Todos los estados	Signos clínicos Aislamiento o bacteriano tradicional	<ul style="list-style-type: none"> - Población total de la trucha arco iris/año (300 g por espécimen, 50 Tm de producción) = 200000 ejemplares. - Método de vigilancia con una confianza esperada del 95%. - Prevalencia: 2%. - Sensibilidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 80%. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de bacteriología tradicional. 	El método de diagnóstico por aislamiento bacteriano tradicional es relativamente sencillo de realizar.

					<ul style="list-style-type: none"> - Especificidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 100%. - Tamaño de la muestra: 186 especímenes. - Las muestras deben ser tomadas en cada explotación, atendiendo al tamaño de su población total. 		
7. Lactococosis (<i>Lactococcus garvieae</i>)	Trucha arco iris	Presente en la región de Oceanía, pero no existen datos para PNG	Todos los estados	Signos clínicos Aislamiento bacteriano tradicional PCR	<ul style="list-style-type: none"> - Cuyo la temperatura es superior a 16°C. - Población total de la trucha arco iris/año (300 g por espécimen, 50 Tm de producción) = 200000 ejemplares. - Método de vigilancia con una confianza esperada del 95%. - Prevalencia: 2%. - Sensibilidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 80%. - Especificidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 100%. - Tamaño de la muestra: 186 especímenes. - Las muestras deben ser tomadas en cada explotación, atendiendo al tamaño de su población total. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de bacteriología tradicional. - PCR. 	El método de diagnóstico por aislamiento bacteriano tradicional así como la PCR son relativamente sencillos de realizar.
Enfermedades parasitarias							
1. Gyrodactylosis (<i>Gyrodactylus salaricus</i>)	Trucha arco iris	Exótica Nunca ha sido notificada en la región de Oceanía	Alevines Temperaturas bajas Mortalidad baja y alta prevalencia	Signos clínicos Examen microscópico de raspados de piel	Los especímenes con 0-10 parásitos/pez se consideran negativos. Los especímenes se consideran positivos a partir de 10 parásitos/pez y se clasifica su grado de infestación dependiendo del número total de parásitos/pez. 1º: Observación de los signos clínicos. 2º: examen microscópico del raspado de piel.	<ul style="list-style-type: none"> - Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de parasitología tradicional. 	El método de diagnóstico tradicional es relativamente sencillo de realizar.

2. Otros parásitos externos (trematodos monogénea, protozoos, etc.)	Todas las especies	No hay datos	Todos los estados	Signos clínicos Examen microscópico de raspados de piel y/o branquias	1º: Observación de los signos clínicos. 2º: examen microscópico del raspado de piel y/o branquias.	- Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de parasitología tradicional.	El método de diagnóstico tradicional es relativamente sencillo de realizar.
3. Infección por <i>Myxobolus cerebralis</i>	Trucha arco iris	No hay datos	Todos los estados	Signos clínicos Necropsia PCR	<ul style="list-style-type: none"> - Población total de la trucha arco iris/año (300 g por espécimen, 50 Tm de producción) = 200000 ejemplares. - Método de vigilancia con una confianza esperada del 95%. - Prevalencia: 2%. - Sensibilidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 80%. - Especificidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 100%. - Tamaño de la muestra: 186 especímenes. - Las muestras deben ser tomadas en cada explotación, atendiendo al tamaño de su población total. 	- Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR.	El método de diagnóstico tradicional así como la PCR son relativamente sencillos de realizar.
Enfermedades fúngicas							
1. Síndrome epizoótico ulcerativo – EUS (infección por <i>Aphanomyces invadans</i> y <i>A. piscicida</i>)	Barramundi	1 caso ha sido notificado en PNG en animales acuáticos salvajes	Todos los estados Común en juveniles Mortalidad = 50% Morbilidad = 50%	Signos clínicos Necropsia Histopatología	Sólo cuando las temperaturas se sitúan entre 18-22°C, y nunca por encima de los 25 ° C. Es una patología frecuente después de fuertes precipitaciones. 1ª Observación de signos clínicos 2ª Histopatología (vigilancia específica) Se muestrearán los especímenes que hayan presentado signos clínicos y los	- Necropsia: material básico de laboratorio. - Histopatología.	El método de diagnóstico fúngico tradicional es relativamente sencillo de realizar.

					especímenes del muestreo del resto de las enfermedades.		
2. Saprolegniasis (<i>Saprolegnia</i> spp.)	Trucha arco iris	No existen datos	Todos los estados	Signos clínicos Examinación microscópica de raspados de piel y/o branquias	<ul style="list-style-type: none"> - Población total de la trucha arco iris/año (300 g por espécimen, 50 Tm de producción) = 200000 ejemplares. - Método de vigilancia con una confianza esperada del 95%. - Prevalencia: 2%. - Sensibilidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 80%. - Especificidad de la prueba de diagnóstico propuesta: 100%. - Tamaño de la muestra: 186 especímenes. - Las muestras deben ser tomadas en cada explotación, atendiendo al tamaño de su población total. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de diagnóstico fúngico tradicional. 	El método de diagnóstico fúngico tradicional es relativamente sencillo de realizar.
Crustáceos							
Enfermedades virales							
1. Síndrome de Taura	<i>P. vannamei</i>	El hospedador no está presente en PNG	Juveniles tardíos	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
2. Enfermedad de la mancha blanca	Afecta a todos los crustáceos. Existen mayores probabilidades de infección en cangrejos que en gambas.	Exótica en la región de Oceanía	Todos los estados Prevalencia >1% en animales salvajes, pero relativamente alta en	Signos clínicos Necropsia PCR	Sólo cuando las temperaturas están por debajo de 30°C. Las muestras pueden agruparse, por ejemplo: muestras conjuntas de 5 adultos, 150 larvas y/o 50 post-larvas. 1° Observación de los signos clínicos. 2° PCR de confirmación (vigilancia específica).	<ul style="list-style-type: none"> - Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR. 	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE)

			animales de cultivo		Se analizó una granja por distrito de producción.		para la toma, envío y diagnóstico).
3. Enfermedad de la cabeza amarilla	<i>P. monodon</i>	Presente en la Región de Oceanía, no existen datos de PNG	Todos los estados Animales susceptibles a partir de PL15 Prevalencia del 50-100% Mortalidad de 90-100% en 3-5 días	Signos clínicos Necropsia RT-PCR Los signos clínicos aparecen después de 7-10 días de exposición	Las muestras pueden agruparse, por ejemplo: muestras conjuntas de 5 adultos, 150 larvas y/o 50 post-larvas. 1° Observación de los signos clínicos. 2° RT-PCR de confirmación (vigilancia específica). Se analizó una granja por distrito de producción.	- Necropsia: material básico de laboratorio. - RT-PCR.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).
4. Necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa-virus IHHN	<i>P. monodon</i>	Presente en la región No hay datos disponibles para PNG Afecta a todas las especies de Penaeidos	Todas las etapas Infección subclínica en <i>P. monodon</i> Reducción de las tasas de crecimiento y del rendimiento	Signos clínicos PCR	Las poblaciones infectadas con el virus de IHHNV muestran crecimiento cuticular pobre y muy deformidades. El sistema de vigilancia y el método de muestreo descrito en las enfermedades 1 y 3 de peces (con una prevalencia muy conservadora del 2%) se podrían utilizar para la evaluación de esta patología. Las muestras se pueden agrupar (5 ejemplares de adultos, 50 post-larvas y 150 larvas o huevos).	- Necropsia: material básico de laboratorio. - PCR.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).
5. Enfermedad de la cola blanca	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	El hospedador no está actualmente presente en PNG, pero la producción	Todas las etapas Más común en los juveniles Prevalencia del 10-100%	Signos clínicos RT-PCR	Las muestras pueden agruparse, por ejemplo: muestras conjuntas de 5 adultos, 150 larvas y/o 50 post-larvas. 1° Observación de los signos clínicos. 2° RT-PCR de confirmación (vigilancia específica).	- Necropsia: material básico de laboratorio. - RT-PCR.	Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de la tabla 11 y fueron enviadas a Australia para la prueba PCR (siguiendo las

		está prevista para el futuro cercano	La mortalidad podría ser de hasta un 95% después de 5 días de incubación		Se analizó una granja por distrito de producción.		directrices de la OIE para la toma, envío y diagnóstico).
Enfermedades bacterianas							
1. Mionecrosis infecciosa	<i>P. vannamei</i>	El hospedador no existe en PNG	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
2. Vibriosis (<i>Vibrio</i> spp.)	Todos los crustáceos	No existen datos en PNG	Todos los estados	Signos clínicos Aislamiento o bacteriano tradicional	El sistema de vigilancia y el método de muestreo descrito en las enfermedades 1 y 3 de peces (con una prevalencia muy conservadora del 2%) se podrían utilizar para la evaluación de esta patología. Las muestras se pueden agrupar (5 ejemplares de adultos, 50 post-larvas y 150 larvas o huevos).	- Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de bacteriología tradicional.	El método de diagnóstico por aislamiento bacteriano tradicional es relativamente sencillo de realizar.
Holotúridos							
Enfermedades bacterianas							
1. Vibriosis (<i>Vibrio</i> spp.)	Pepino de mar u holotúrido (<i>Holothuria scabra</i>)	No existen datos en PNG	Todos los estados	Signos clínicos Aislamiento o bacteriano tradicional	El sistema de vigilancia y el método de muestreo descrito en las enfermedades 1 y 3 de peces (con una prevalencia muy conservadora del 2%) se podrían utilizar para la evaluación de esta patología. Las muestras se pueden agrupar (5 ejemplares de adultos, 50 post-larvas y 150 larvas o huevos).	- Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de bacteriología tradicional.	El método de diagnóstico por aislamiento bacteriano tradicional es relativamente sencillo de realizar.
Enfermedades parasitarias							
1. Ciliados	Pepino de mar u holotúrido	No existen datos en PNG	Juveniles	Signos clínicos	El sistema de vigilancia y el método de muestreo descrito en las enfermedades 1 y 3 de peces (con una prevalencia muy	- Necropsia: material básico de laboratorio.	El método de diagnóstico parasitológico

	<i>(Holothuria scabra)</i>			Examen microscópico de raspados de piel	conservadora del 2%) se podrían utilizar para la evaluación de esta patología. Las muestras se pueden agrupar (5 ejemplares de adultos, 50 post-larvas y 150 larvas o huevos).	- Material de parasitología tradicional.	tradicional es relativamente sencillo de realizar.
2. Copépodos	Pepino de mar u holotúrido (<i>Holothuria scabra</i>)	No existen datos en PNG	Juveniles	Signos clínicos Examen microscópico de raspados de piel	El sistema de vigilancia y el método de muestreo descrito en las enfermedades 1 y 3 de peces (con una prevalencia muy conservadora del 2%) se podrían utilizar para la evaluación de esta patología. Las muestras se pueden agrupar (5 ejemplares de adultos, 50 post-larvas y 150 larvas o huevos).	- Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de parasitología tradicional.	El método de diagnóstico parasitológico tradicional es relativamente sencillo de realizar.
Macro-algas							
1. Enfermedad “Ice-ice”	<i>Kappacyrcus alverzii</i>	No existen datos en PNG	Todos los estados	Signos clínicos Aislamiento bacteriano tradicional	El sistema de vigilancia y el método de muestreo descrito en las enfermedades 1 y 3 de peces (con una prevalencia muy conservadora del 2%) se podrían utilizar para la evaluación de esta patología. Las muestras se pueden agrupar (5 ejemplares de adultos, 50 post-larvas y 150 larvas o huevos).	- Necropsia: material básico de laboratorio. - Material de bacteriología tradicional.	El método de diagnóstico por aislamiento bacteriano tradicional es relativamente sencillo de realizar.

Consideraciones técnicas para la evaluación de las enfermedades seleccionadas en trucha arco iris (*O. mykiss*):

De acuerdo con las recomendaciones de la OIE (OIE, 2016) con respecto a los sistemas de vigilancia epidemiológica en animales acuáticos para las enfermedades la lista de enfermedades de declaración obligatoria para la OIE, se detallan a continuación algunas consideraciones técnicas a tener en cuenta para llevar a cabo el estudio de referencia en las granjas de truchas.

Con respecto al sistema de vigilancia, el tamaño de la muestra a tomar para el estudio de una determinada enfermedad depende de los siguientes criterios:

1. La población total de la especie de cultivo en el país.
2. El nivel de confianza deseado.
3. La prevalencia de la enfermedad en el país (estimada).
4. La sensibilidad de las pruebas de diagnóstico.
5. La especificidad de las pruebas de diagnóstico.

Los datos estimativos que se han empleado para la definición del sistema de muestreo en el caso de la trucha arco iris:

1. La producción estimada de trucha arco iris total/año = 50 Tm.
2. Población de truchas arco iris estimada/año (teniendo en cuenta un tamaño medio de 300 g por espécimen) = 200.000 ejemplares.
3. Método de vigilancia = 95% confianza esperada.

Con respecto a las enfermedades virales:

- Se presenta información detallada en la Tabla 8. En primer lugar, se realizará una observación visual externa, y en segundo lugar se realizará un diagnóstico confirmativo con técnicas de biología molecular siguiendo los criterios del Manual para el Diagnóstico de enfermedades de los animales acuáticos de la OIE (2016).
- El tamaño de la muestra se detalla en la Tabla 9.

Con respecto a las enfermedades bacterianas y/o parasitarias:

- La prevalencia de las principales enfermedades bacterianas y/o parasitarias puede ser muy variable, desde valores muy conservadores (> 2%) en algunos casos (cuyo la información sobre la prevalencia no está disponible), hasta valores relativamente altos para otras enfermedades para las que sí existen datos a nivel regional (10-50%).
- La sensibilidad propuesta para las pruebas de diagnóstico (bacteriología tradicional) es del 80%.
- La especificidad propuesta para las pruebas de diagnóstico (bacteriología tradicional) es del 100%.
- El tamaño de la muestra se detalla en la Tabla 9: 186 especímenes en el caso de una prevalencia estimada del 2%; 76 especímenes en el caso de una prevalencia estimada del 10%, por ejemplo.
- Las muestras deben ser tomadas de cada granja en proporción a la producción estimada/número de individuos de cada granja.

Consideraciones técnicas para la evaluación de las enfermedades seleccionadas en Tilapia del Nilo (*O. Niloticus*):

Siguiendo la metodología empleada para la trucha arco iris definida en el apartado anterior, pero con un tamaño de población más gbye:

1. Producción total de tilapia/año = 1000 Tm.
2. Estimación de la población de tilapia/año (300 g por espécimen) = 3,5 millones de ejemplares.
3. Las muestras deben ser tomadas de cada granja en proporción a la producción estimada/número de individuos de cada granja.

Consideraciones técnicas para la evaluación de las enfermedades seleccionadas en la carpa común (*C. carpio*):

Siguiendo la metodología empleada para la trucha arco iris definida en el apartado anterior, pero con un tamaño de población más gbye:

1. Producción total de carpa común/año = 500 Tm.
2. Estimación de la población de carpa común/año (200 g por espécimen) = 2,5 millones de ejemplares.
3. Las muestras deben ser tomadas de cada granja en proporción a la producción estimada/número de individuos de cada granja.

Consideraciones técnicas para la evaluación de las enfermedades seleccionadas en el barramundi o perca gigante (*L. calcarifer*):

Siguiendo la metodología empleada para la trucha arco iris, pero el tamaño de la población más pequeño:

1. Producción total barramundi/año = 10 Tm.
2. Estimación de la población/año (300 g por espécimen) = 30.000 especímenes.
3. Las muestras deben ser tomadas de cada granja en proporción a la producción estimada/número de individuos de cada granja.

Consideraciones técnicas para la evaluación de las enfermedades seleccionadas en el camarón de agua salada (*P. monodon*):

Las consideraciones técnicas deben ser las mismas que en el caso de la trucha arco iris, pero el tamaño de la población más pequeño:

- La producción total/año = 10 Tm.
- Estimación de población de camarones/año (30 g por espécimen) = 350.000 ejemplares.
- Las muestras deben ser tomadas de cada granja en proporción a la producción estimada/número de individuos de cada granja.

Consideraciones técnicas para la evaluación de las enfermedades seleccionadas en el caso del cangrejo de manglar (*S. serrata*), el chano o *milkfish* (*C. chano*), las macro-algas (*K. alvarezzi*) y los holotúridos (*H. scabra*):

Las consideraciones técnicas deben ser las mismas que para la trucha arco iris, pero adaptados a cada tamaño de la población y/o número de granjas de cada una de las especies mencionadas, y siguiendo la metodología de muestreo descrito en el Cuadro 9.

- En el caso específico del cangrejo de manglar solamente existe una granja de engorde que recolecta las semillas del medio natural, y cuya producción estimada es de menos de 1 Tm al año. Se tomaron muestras en esta única granja siguiendo el protocolo de muestro definido en la Tabla 9.
- En el caso de los holotúridos solamente existe una granja de producción de semilla y de engorde, con una producción estimada de 100Kg al año. Se tomaron muestras en esta única granja siguiendo el protocolo de muestro definido en la Tabla 9.
- Con respecto al macro-alga roja “cottonni” existen numerosas pequeñas granjas de crecimiento en la provincia de Bouganville, cuya producción estimada es de 1 Tm al año de producto seco (unas 10 Tm de producto húmedo). Se tomaron muestras en esta única granja siguiendo el protocolo de muestro definido en la Tabla 9.

3.2.1.5. Selección de las provincias y de las granjas para la obtención de muestras de las poblaciones o stocks domesticados de las principales especies de cultivo

Con respecto a la selección de las provincias a muestrear (Tabla 8), como se ha mencionado en la sección 2.1, se conocía con anterioridad al inicio del estudio la ubicación aproximada de las actividades acuícolas en el país (Tabla 9). Es decir, gracias a los datos de la Autoridad Nacional de Pesca y a los datos del Ministerio de Pesca se sabía que solamente 20 de las 22 provincias del país estaban desarrollando actividades acuícolas, por lo que el presente estudio solamente se ha llevado a cabo en estas 20 provincias (Sagon, 1995; Smith, 2000). Con respecto a las granjas de engorde, la Tabla 8 muestra el número de granjas en cada provincia, estimado por la Autoridad Nacional de Pesca, así como el número de granjas muestreadas en cada provincia (NFA, Comunicación Personal). Como se puede observar, en algunas de las provincias todas las granjas existentes fueron muestreadas, mientras que en las provincias más productivas solamente una “muestra” del total fue evaluada. Por el contrario, todos los centros o laboratorios de producción de semilla (de todas las especies de cultivo, incluidas la trucha arco iris, tilapia del Nilo, barramundi, carpa común) han sido muestreados.

En el caso de ciertas especies de cultivo existe solamente una granja de engorde en todo el país (como es el caso del barramundi, la langosta de roca, el chano, el cangrejo de manglar y los pepinos de mar), por lo que esa única granja de engorde existente en el país ha sido muestreada. En el caso de las especies en las que no existe un laboratorio de producción de semilla, éstas son recolectadas del medio natural y posteriormente engordadas en cautividad (SPC, 2011).

Tabla 8. Número estimado de granjas acuícolas existentes en las 20 provincias seleccionadas y plan de muestreo

Provincia	Número estimado de granjas acuícolas	Plan de muestreo	
		Granjas de engorde	Laboratorios de producción de semilla
Easter Highlys	1500	250	3
Simbu	2000	300	1
Western Highlys	1000	150	-
Southern Highlys	180	100	-
Enga	200	75	-
Morobe	300	100	-
Medang	60	60	-
East Sepik	35	35	-
West Sepik	25	25	-
Oro	15	15	-
Milne Bay	5	5	-
Central	7	7	-
Gulf	20	20	-
Western	50	50	-
Bouganville	3	3	-
New Irely	3	3	2
East New Britain	20	20	-
West New Britain	12	5	-
Manus	3	3	-
Capital District	1	1	1
Total	5439	1227	7

Tabla 9. Número de granjas de engorde y de centros de producción de semilla seleccionadas para el muestreo por especie y por provincia

Especie	Granjas de engorde	Centros de semilla	Provincia/s
Trucha arco iris	40 (todas las existentes)	2	Highlys
Carpa común	50 (todas las existentes)	1	Highlys Simbu
Tilapia del Nilo	1098 (60% de la producción)	1	Todas las provincias salvo Gulf, Central, Capital District, New Irely, Bougainville y Milne Bay
Barramundi	1 (solamente hay una)	1 (solamente hay uno)	New Irely
Pepino de mar	2	1 (solamente hay uno)	New Irely
Milkfish	1 (solamente hay una)	No existe	Milne Bay
Langosta de roca	1 (solamente hay una)	No existe	Milne Bay
Cangrejo de Manglar	1 (solamente hay una)	No existe	Milne Bay
Camarón de agua salada	2 (90% de la producción)	No existe	Milne Bay
Camarón de agua dulce	27 (90% de la producción)	1 (solamente hay uno)	Capital district Gulf Central
Macroalga roja	3 (90% de la producción)	No procede	Bougainville
TOTAL	1227	7	20 provincias

METODOS

4. Métodos

4.1. Métodos para la evaluación general del sector acuícola en el país

Como se ha detallado en la sección 2.1 sobre los materiales empleados en la evaluación general del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea, las provincias seleccionadas para el estudio han sido 20 en total, teniendo en cuenta los datos estimativos de producción del sector acuícola procedentes de la Autoridad Nacional de Pesca y de las Divisiones Provinciales pertenecientes al Ministerio de Pesca del país (datos no publicados al ser estimativos). El número estimado de granjas de engorde ubicadas en cada provincia que se presenta en la Tabla 8. Estos datos han sido corregidos posteriormente gracias a la evaluación llevada a cabo dentro de la presente tesis, como se puede observar en la Sección 4 de “Resultados”. La metodología de muestro llevada a cabo se detalla a continuación en la Tabla 10. Como se puede observar solamente un porcentaje determinado de las granjas de engorde fueron muestreadas en cada provincia, para la realización de la encuesta de campo que se ha detallado en la sección 2.1, mientras que sí se analizaron todos los laboratorios de producción de semilla, los mercados de venta de productos acuícolas y las instituciones nacionales relacionadas con la acuicultura fueron visitadas, incluyendo asociaciones y cooperativas de productores, etc.

Tabla 10. Metodología de muestreo para la evaluación general del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea

Provincia	Número estimado de granjas acuícolas	Plan de muestreo			
		Granjas	Laboratorios	Mercados	Instituciones relacionadas con la acuicultura
Easter Highlys	1500	250	3	7	6
Simbu	2000	300	1	6	6
Western Highlys	1000	150	-	6	8
Southern Highlys	180	100	-	3	2
Enga	200	75	-	4	3
Morobe	300	100	-	6	3
Medang	60	60	-	3	2
East Sepik	35	35	-	3	3
West Sepik	25	25	-	2	2
Oro	15	15	-	2	2
Milne Bay	5	5	-	2	1
Central	7	7	-	3	2
Gulf	20	20	-	2	1
Western	50	50	-	3	2
Bouganville	3	3	-	2	1
New Irely	3	3	2	1	1
East New Britain	20	20	-	3	2
West New Britain	12	5	-	3	1
Manus	3	3	-	1	1
Capital District	1	1	1	1	1
Total	5439	1227	7	63	50

Estas mismas granjas de engorde y laboratorios de producción de semilla fueron visitadas para llevar a cabo la segunda parte de la tesis, que es la evaluación de la situación sanitaria en los stocks o poblaciones domesticadas de las principales especies de cultivo, definidas en la Tabla 5 de la sección 2.2.

Como se ha definido con anterioridad, en cada una de las granjas de engorde y de los laboratorios de producción de alevines o semilla se realizaron las encuestas de campo pertinentes que han sido presentadas en la sección 2.1. En el caso de las instituciones u organizaciones relacionadas con el sector de la acuicultura, se realizaron también las encuestas definidas en la sección 2.1. Tanto los dueños o gerentes de las granjas y de los laboratorios, como los responsables de las instituciones u organizaciones implicadas en el sector acuícola fueron los responsables de contestar las encuestas, en colaboración con otros compañeros de trabajo en la mayor parte de los casos. El calendario de las visitas sobre el terreno por provincia, así como los detalles del personal involucrado en las visitas sobre el terreno se ha presentado con anterioridad en la sección 2.1. Con respecto a la encuesta nacional sobre el estado de los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura llevada a cabo por la Autoridad Nacional de Pesca para la FAO, la encuesta completa se presenta cumplimentada como Anexo 1 en inglés, y su análisis forma parte de los resultados presentados en la Sección 4.

4.1.1. Georreferenciación de las granjas

Como se ha mencionado anteriormente las visitas a las granjas, tanto de engorde, como de producción de semilla, permitieron la georreferenciación de las mismas. El proceso de georreferenciación se llevó a cabo a través del uso de 10 GPS (*Global Positioning System*) del modelo “Garmin Edge 1000 - Bundle - navigateur GPS/GLONASS - cycle 3”, adquiridos en Noumea (Nueva Caledonia).

Estos GPS fueron distribuidos a los oficiales de pesca de las Divisiones de Agricultura Provinciales (DAL) de las diferentes provincias muestreadas y que participaron activamente en la realización de las visitas sobre el terreno. Debido a problemas técnicos relacionados con el uso, la descodificación y la calibración de los GPS utilizados durante el estudio, no todas las granjas del país, ni todas las granjas visitadas fueron georreferenciadas adecuadamente. Este es uno de los puntos débiles del presente trabajo, ya que se esperaba obtener esta información para todas las granjas del país, no solamente para las granjas muestreadas en la presente tesis. La información detallada sobre la ubicación exacta de cada granja o zona de producción de cada una de las especies de cultivo es de extrema importancia y utilidad para todos los actores implicados en esta investigación.

A continuación, se presenta la Tabla 11, que compila algunos de los resultados de georreferenciación que se lograron obtener durante las visitas sobre el terreno, como se ha mencionado anteriormente, la mayor parte de las granjas no fueron georreferenciadas adecuadamente durante las visitas debido a problemas técnicos de calibración de los aparatos GPS utilizados. Los datos completos de georreferenciación de las granjas muestreadas se presentan en el Anexo 4 de la presente tesis.

Tabla 11. Ejemplo de algunos de los datos de georreferenciación de las granjas acuícolas muestreadas

Nombre de la granja	Provincia	Distrito	Sub-distrito	Longitud (E)	Latitud (S)	Altitud (m)
Jotata Baka	EHP	Kainantu	Kainantu	145°23.859'	06°00.184'	6264
Fotinain	EHP	Kainantu	Agarabi	145°54.154'	06°15.310'	6262
Baku's	EHP	Kainantu	Kainantu	145°51.304'	06°13.929'	5460
Sairon's	EHP	Obura	Aiyura	145°54.703'	06°20.464'	5430
Hove	EHP	Goroka	Goroka	145°23.859'	06°00.185'	6265
Francis's	EHP	Kainantu	Kainantu	145°46.397'	06°16.724'	5987
Kemefa	EHP	Kainantu	Kainantu	145°51.497'	06°16.506'	5210
Unanof	EHP	Kainantu	Kainantu	145°51.307'	06°19.837'	6270
Ikana	EHP	Obura Wonenara	Aiyura	145°57.629'	06°22.105'	5161
Kaveve Trout Farm	EHP	Goroka	Goroka	145°26.514'	06°02.158'	6540
Wara Bena	EHP	Asaro	Asaro Asaro	145°19.070'	06°00.264'	5133
Keko School Leavers	EHP	Asaro	Asaro	145°17.905'	06°01.584'	5274
Kimesave	EHP	Asaro	Asaro	145°19.027'	06°01.349'	5127
Kotuni Trout Hatchery	EHP	Goroka	Goroka	145°24.222'	05°59.712'	6511
Kileku	EHP	Goroka	Kabuifa	145°22.728'	05°59.404'	6342
Riverside	EHP	Goroka	Kabuifa	145°42.082'	06°00.464'	6294
Stone Hill	EHP	Goroka	Kabuifa	145°22.413'	05°59.695'	6075
Fish Wara	EHP	Goroka	Goroka	145°23.783'	06°04.288'	4727
Aizeko	EHP	Goroka	Kabuifa	145°22.118'	06°00.397'	5798
Hoveha	EHP	Goroka	Kabuifa	145°27.179'	06°00.311'	5747
Benard's	EHP	Lufa	Lufa	145°17.030'	06°20.689'	6749
Dani	EHP	Lufa	Lufa	145°17.038'	06°20.766'	6701

4.2. Métodos para la evaluación del estado sanitario de las principales enfermedades de cultivo acuícola

4.2.1. Estrategia de muestreo

Basándonos en la producción estimada de cada especie al año, la población estimada anual y la producción específica en cada una de las granjas seleccionadas dentro de las 20 provincias productoras del país, se llevaron a cabo la toma de muestras de cada especie (Meyer, 1970). Las visitas de campo se realizaron a lo largo de los años 2013, 2014 y 2015, en estrecha colaboración con los oficiales de la Autoridad Nacional de Pesca y con los oficiales de las Delegaciones Provinciales pertenecientes al Ministerio de Pesca. La Tabla 11 (presentada en la sección anterior) presenta la base teórica que se empleó en el estudio para el cálculo del tamaño de la muestra, para cada una de las especies anteriormente seleccionadas (OIE, 2016).

En la Tabla 12 se presenta de manera detallada el tamaño de muestra y el tipo de muestra que fueron tomados en cada una de las especies seleccionadas. Debemos recalcar que las visitas de terreno que se realizaron durante 3 años fueron destinadas a llevar a cabo las dos evaluaciones presentes en esta Tesis: 1) la evaluación del sector acuícola en el país, y 2) la evaluación del estado sanitario de las poblaciones de cultivo. Por lo tanto, se aprovecharon los recursos humanos y financieros llevados a cabo las visitas sobre el terreno a la vez para las ambas evaluaciones.

Por otro lado, es necesario remarcar que para algunas de las especies el país solamente cuenta con una granja de engorde, por lo que las muestras se obtuvieron solamente de estas granjas, concretamente es el caso en las siguientes especies:

1. Barramundi o perca gigante (*L. calcarifer*).
2. Langosta de roca (*P. homarus*).
3. Cangrejo de manglar (*S. serrata*).
4. Chano o milkfish (*C. chano*).
5. Holotúrido o pepino de mar (*H. scabra*).

En el caso de las especies restantes (trucha arco iris, tilapia del Nilo, camarón de agua dulce y carpa común), que cuentan con numerosas granjas de engorde y varios centros de producción de semilla, el número de granjas muestreadas por provincia se presenta en la Tabla 12, mientras que la estrategia de muestreo por especie se presenta en la Tabla 13, respectivamente.

Tabla 12. Metodología de muestreo dentro de cada población o stock domesticado de las especies principales de cultivo (OIE, 2016)

Prevalencia Teórica (valor conservador)	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Tamaño de la muestra	Número máximo de falsos positivos si la población es libre
2	100	100	149	0
2	100	99	524	9
2	100	95	1,671	98
2	99	100	150	0
2	99	99	528	9
2	99	95	1,707	100
2	95	100	157	0
2	95	99	542	9
2	95	95	1,854	108
2	90	100	165	0
2	90	99	607	10
2	90	95	2,059	119
2	80	100	186	0
2	80	99	750	12
2	80	95	2,599	148
5	100	100	59	0
5	100	99	128	3
5	100	95	330	23
5	99	100	59	0
5	99	99	129	3
5	99	95	331	23
5	95	100	62	0
5	95	99	134	3
5	95	95	351	24
5	90	100	66	0
5	90	99	166	4
5	90	95	398	27
5	80	100	74	0
5	80	99	183	4
5	80	95	486	32
10	100	100	29	0
10	100	99	56	2
10	100	95	105	9
10	99	100	29	0
10	99	99	57	2
10	99	95	106	9
10	95	100	30	0
10	95	99	59	2
10	95	95	109	9
10	90	100	32	0
10	90	99	62	2
10	90	95	123	10

10	80	100	36	0
10	80	99	69	2
10	80	95	152	12

Tabla 13. Tamaño y tipo de muestra por especie

Especies de agua dulce	Producción estimada/ año*	Tamaño medio de las granjas	Número de muestras por granja	Estado productivo de las muestras
Tilapia del Nilo (<i>Oreochromis Niloticus</i>)	1000 Tm	0,07-0,1 Tm/año	50 muestras por granja de engorde 50 muestras del Centro Nacional de producción de semilla de Aiyura 30 muestras por laboratorio de semilla	35 juveniles (5-10 g) 15 adultos (80-150 g)
Carpa común (<i>Cyprinus carpio</i>)	500 Tm	0,05-0,07 Tm/año	20 muestras por granja de engorde 15 muestras del Centro Nacional de producción de semilla de Aiyura 15 muestras por laboratorio de semilla	15 juveniles (8-10 g) 5 adultos (100 g)
Trucha arco iris (<i>O. mykiss</i>)	50 Tm	0,05 Tm/año	15 muestras por granja de engorde 10 muestras del Centro Nacional de producción de semilla de Aiyura 10 muestras del laboratorio privado de producción de semilla	20 juveniles (10-15 g) 5 adultos (100 g)
Camarón de agua dulce (<i>Macrobrachium rosebergii</i>)	1 Tm	1 Tm (solamente existe una granja)	10 muestras de la granja de engorde	6 juveniles (2-3 g) 4 adultos (40-50 g)
Especies marinas	Producción estimada/ año	Tamaño medio de las granjas	Número de muestras por granja	Estado productivo de las muestras
Camarón de agua salada (<i>Penaeus monodon</i>)	10 Tm	10 Tm (solamente una granja)	60 muestras de la granja de engorde 20 muestras del medio natural (mercado)	60 post-larvas (2-3 g) 20 adultos (30-40 g)
Langosta de roca (<i>Panulirus argus</i>)	2 Tm	2 Tm (solamente una granja)	10 muestras de la granja de engorde	6 post-larvas (10-12 g) 4 adultos (100 g)

Cangrejo de manglar (<i>Scylla serrata</i>)	2 Tm	2 Tm (solamente una granja)	10 muestras de la granja de engorde	6 post-larvas (10-12 g) 4 adultos (100 g)
Barramundi (<i>Lates calcarifer</i>)	10 Tm	10 Tm (solamente una granja)	50 muestras de la granja de engorde	40 alevines (12 g) 10 adultos (150 g)
Macroalga roja (<i>Kappaphycus alvarezii</i>)	1000 Tm	1000 Tm	100 plántulas procedentes de diferentes granjas y ubicaciones	Plántulas
Pepino de mar (<i>Holothuria scabra</i>)	1 Tm	1 Tm (solamente una granja)	20 muestras de la granja de engorde	15 juveniles (2-3 g) 5 adultos (150 g)
Chano/milkfish (<i>Chano chano</i>)	1 Tm	1 Tm (solamente una granja)	20 muestras de la granja de engorde	15 alevines (10 g) 5 adultos (200 g)

**Se debe remarcar que los datos de producción que se presentan en esta tabla son datos estimativos no oficiales para el año 2013 proporcionados por la Autoridad Nacional de Pesca (NFA, Comunicación personal)*

Como ejemplo de la metodología seguida durante las visitas de terreno para llevar a cabo tanto la evaluación general del sector acuícola en el país, como la evaluación del estado sanitario de las poblaciones domesticadas de las principales especies de cultivo, la Tabla 14 contiene la información detallada de algunas de las granjas acuícolas y mercados de pescado visitados en la Provincia de Goroka, con la georreferenciación correspondiente.

Tabla 14. Ejemplo de una “tabla de visitas” empleadas en el trabajo de campo a nivel provincial

Nº	Nombre de la granja	Ubicación	Especie cultivada	Dueño	Fecha de la visita	Coordenadas GPS
1	Aiyura (HAQDEC)	Aiyura – Obura Wonenara District	Trucha arco iris Carpa común	Jone Warana	20/09/2012	S05o29.325’ E145o22.754’
2	Yonki (Anawa tilapia cage farm)	Yonki Lake – Obura Wonenara District	Tilapia del Nilo	Daki	21/09/2012	S06o15.876’ E145o58.516’
3	Nama trout farm	Kotuni village (Goroka District)	Trucha arco iris	Ishmeal Kumuli	21/09/2012	S05o79.425’ E145o22.952’
4	Kotuni trout farm	Kotuni village (Goroka District)	Trucha arco iris	Jopa Iveaa	21/09/2012	S06o02.’882 E145o24’897
5	Yasihe fish farm	Kabiufa village (Goroka District)	Tilapia del Nilo	Takis Jim	22/09/2012	S05o59.425’ E145o22.766’
6	Warabena fish farm	Asaro (Daklo District)	Tilapia del Nilo Carpa común	Norbert Barakove	23/09/2012	S06o00.252 E145o19.048’
7	Luttuka – Moksy’s fish farm	Asaro (Daklo District)	Tilapia del Nilo Carpa común	Moksy Gereve	23/09/2012	S06o00.597’ E145o18.849’
8	Juvagi fish farm	Kameiufa village (Goroka District)	Tilapia del Nilo Carpa común	Awae Cole	23/09/2012	S06o02.’882 E145o24’611
9	Potsy tilapia breeding farm	Huon District, Morobe Province	Tilapia del Nilo Carpa común	Douglas Kawa	24/09/2012	S06o02.252 E145o19.135’
10	Anne’s farm	Kivori (Kivori, Hiri Kairuku District)	Camarón de agua dulce	Anne Navuru	26/09/2012	S06o01.389 E145o19.098’
11	Goroka Market	Lealea village (Hirikairuku District)	Camarón de agua salada	Pescadores	27/09/2012	145.38911819458008,- 6.0808491099346025
12	Goroka Market	Lealea village (Hirikairuku District)	Langosta de roca	Pescadores	27/09/2012	145.38911819458008,- 6.0808491099346025

4.2.2. Recogida, recepción y necropsia de las muestras

Entre las enfermedades de mayor relevancia en acuicultura están las de etiología bacteriana, tanto en sistemas productivos de aguas templadas como cálidas (Austin, 1999). Debe remarcar que los problemas causados por agentes bacterianos pueden exacerbarse debido a una gestión inapropiada de la granja, que conlleve altas densidades de cultivo, inadecuadas condiciones de calidad de agua (temperatura, pH, oxígeno, salinidad, etc.) o protocolos de alimentación inapropiados (Arakoosh, 2005). Como se ha mencionado con anterioridad, no existe ningún dato oficial sobre la presencia o ausencia de patógenos bacterianos en los cultivos acuícolas en Papúa Nueva Guinea (NFA, Comunicación Personal). La Autoridad Nacional de Pesca no ha llevado a cabo nunca un análisis o evaluación del estado sanitario de las poblaciones de cultivo en el país (SPC, 2011), por lo que la evaluación que presenta esta tesis es completamente nueva, y no está basada en informaciones precedentes. En el caso de los patógenos parasitarios y de las enfermedades/patógenos oficiales para la OIE sucede exactamente lo mismo: no existen datos de base en el país, ya que no se ha llevado a cabo una evaluación del estado sanitario de las poblaciones de cultivo con anterioridad a la presente tesis (WAHIS-OIE, 2017).

Los patógenos de origen bacteriano que han sido evaluados en el presente estudio en las 11 especies de cultivo acuícola en el país actualmente se han detallado en la sección 2.2.1.2. Como se puede observar en la justificación técnica de los criterios de selección, se trata de patógenos bacterianos de relevancia para la región y para las especies de cultivo, debido a su alta capacidad de transmisión y capacidad infecciosa y a sus implicaciones en la producción (Davlin, 1991; Karunasagar, 2003). Debe remarcar que, durante el análisis bacteriano llevado a cabo, se realizó el aislamiento e identificación de ciertos patógenos primarios o secundarios/oportunistas que no están enumerados en las tablas de la sección 2.2.1.2 de la tesis (Meyer, 1970).

Esto es debido a que durante el proceso de muestreo se identificaron algunos casos de infecciones bacterianas que debían ser notificados, pero que estaban fuera de la lista inicialmente establecida. Los patógenos bacterianos considerados en la evaluación del estado sanitario de las poblaciones de cultivo son los siguientes (ver información detallada en el apartado 2.2.1.2.):

- *Renibacterium salmoninarum*.
- *Aeromonas salmonicida*
- *Yersinia ruckeri*
- *Lactococcus garvieae*
- *Photobacterium damsela*
- *Vibrio* spp.
- *Flavobacterium* spp.
- *Tenacibaculum* spp.
- *Aeromonas hydrophila* (uno de los agentes causales de “ice-ice disease” o enfermedad del hielo, en el caso de la macroalga roja cottoni)

4.2.2.1. Preparación de los laboratorios

Las muestras fueron recogidas en las granjas enumeradas en la sección 2.2.1.3, para cada una de las especies actualmente en cultivo y siguiendo el protocolo de muestreo definido en la sección 3.2.1. (Noga, 1996; Noga, 2000), que determina el número y el tamaño de las muestras a ser tomadas en cada granja y para cada especie (OIE, 2016). Se tomaron muestras frescas en todos los estanques y/o jaulas de cultivo de cada una de las granjas muestreadas, siguiendo las cantidades y tallas definidas en el apartado 3.2.1 (OIE, 2016).

En primer lugar, las muestras procedentes de las granjas continentales (granjas de agua dulce) fueron recogidas en colaboración con los oficiales de pesca de las correspondientes DALs provinciales y mantenidas en contenedores refrigerados con hielo hasta su llegada a los puntos de análisis. El análisis de las muestras de las especies de agua dulce se llevó a cabo en dos laboratorios:

- 1) El laboratorio de patología del centro de producción de semilla de especies de agua dulce de Aiyura (HAQDEC), ubicado en la provincia de Goroka, y perteneciente a la Autoridad Nacional de Pesca (HAQDEC, 1998; Smith, 2007).
- 2) El laboratorio de uso general biológico de la División de Agricultura y Tierras (DAL) Provincial de Goroka, perteneciente al Departamento de Agricultura.

El laboratorio a utilizar en los análisis de cada granja se definió en función a la cercanía a las regiones de muestreo. Ambos laboratorios cuentan con un microscopio óptico de calidad media, con una zona de microbiología en la que se puede llevar a cabo la necropsia y el aislamiento/identificación bacteriana en esterilidad y con un refrigerador/congelador en el que las muestras pudieron ser conservadas. Estos dos laboratorios también cuentan con dos estufas en las que se pudo realizar la incubación de los cultivos bacterianos. A su vez, los laboratorios cedieron amablemente parte de su personal para facilitar la recepción, evaluación y registro de las muestras de cada una de las granjas evaluadas.

En el caso de las especies de agua salada que se cultivan en la Provincia de Nueva Irlya (donde se sitúa la ciudad de Kavieng) (Figura 7), las muestras fueron tomadas en colaboración con los oficiales de pesca de las Divisiones de Agricultura Provinciales (DALs) y con el apoyo de los técnicos del centro de producción de semilla de agua marina de Kavieng. Las muestras tomadas en las granjas fueron transportadas en contenedores refrigerados con hielo hasta el centro de producción de semilla de especies de agua salada de Kavieng, en donde las muestras fueron analizadas. Este centro de producción de semilla pertenece a la Autoridad Nacional de Pesca y cuenta con un laboratorio de patología realmente bien equipado, que no había sido utilizado hasta el momento. Tiene un microscopio óptico de buena calidad y una zona para realizar la necropsia, la toma de muestras y el aislamiento e identificación bacteriana.



Figura 7. Ubicación del laboratorio de producción de semilla de agua salada (NIMRF, Nago Isly Marine Research Station) en la provincia de Nueva Irlya

En el caso de las muestras procedentes de las granjas situadas en las provincias de Port Moresby (granjas de camarón de agua dulce) y Milne Bay (granja de “milkfish” o chano), las muestras fueron tomadas en colaboración con los oficiales de pesca de las Divisiones de Agricultura Provinciales correspondientes (DALs) en cada una de las dos provincias, y con los oficiales de la Autoridad Nacional de Pesca, que están ubicados en la capital del país, Port Moresby. Las muestras tomadas en estas dos provincias fueron transportadas en contenedores refrigerados con hielo hasta el laboratorio de patología de NAQIA (Figura 8), que es la Autoridad Nacional de cuarentena e inspección. Este laboratorio de patología fue cedido por NAQIA amablemente para llevar a cabo los análisis microbiológicos de estas especies. El laboratorio está dentro de la estación de cuarentena de NAQIA y cuenta con varios microscopios ópticos, varias incubadoras, varios refrigeradores y congeladores, zona de microbiología con dos cabinas de flujo laminar y todo el material necesario para llevar a cabo los análisis.



Figura 8. Laboratorio de patología del centro de cuarentena de NAQIA

Finalmente, las muestras de macroalga roja “cottonni” que se tomaron en la provincia de Bougainville (provincia situada a más de dos horas en avión de Port Moresby), fueron recolectadas en colaboración con la asociación de productores de alga roja de la provincia y con los oficiales de pesca de la División de Agricultura Provincial (DAL). Las muestras de las granjas fueron trasladadas en contenedores refrigerados con hielo hasta el centro de procesamiento de alga roja situado en la sede de la asociación de productores, en la propia ciudad de Bougainville. En este centro se adaptó una pequeña sala como laboratorio de campo, para la toma de muestras y el análisis e identificación bacteriano posterior.

Gracias a la utilización de diversos laboratorios en función de la ubicación geográfica de las granjas (Tabla 15), todas las muestras de los especímenes fueron trasladadas en fresco, sin necesidad de ser congeladas y sin requerir la utilización de hisopos para preservar las muestras, lo que facilitó su procesado (Adamski, 2006; Meyer, 1970).

Tabla 15. Laboratorios utilizados durante el estudio

Especies	Laboratorio	Información adicional
Especies de agua dulce: tilapia del Nilo, Carpa común y trucha arco iris	Centro de producción de semilla de especies de agua dulce de Aiyura (Goroka)	Provincia de Goroka Laboratorio de patología básica
Especies de agua salada cultivadas en la provincia de Nueva Irlya: barramundi y holotúridos	Centro de producción de semilla de especies de agua salada (Kavieng)	Provincia de Nueva Irlya Laboratorio de patología medianamente equipado
Especies de agua salobre, salada y dulce cultivados en las provincias de Milne Bay y Port Moresby: milkfish, camarón de agua salada, langosta de agua salada	Laboratorio del centro de cuarentena de NAQIA	Ciudad de Port Moresby Laboratorio de patología totalmente equipado
Macro alga roja “cottonni”	Centro de reuniones de la asociación de productores de alga roja de Bougainville	Provincia de Bougainville Sala adaptada a tal efecto

La mayor parte de las muestras fueron recolectadas en colaboración con los oficiales de pesca provinciales, como se ha mencionado anteriormente. Para lograr que las muestras fueran tomadas adecuadamente se realizó una pequeña formación con cada grupo de oficiales previamente a la realización de las visitas sobre el terreno. En dichas formaciones se enseñó a los oficiales la tipología de muestras a tomar (Lio-Po, 1983; Darwish, 2005; Adamski, 2006): especímenes de los tamaños indicados, vivos (no muertos, ni moribundos), y en el caso de observación de algún tipo de patología o comportamiento anormal en alguno de los estanques o jaulas de cultivo, se recomendó la toma de muestras indicio las características observadas (Arakoosh, 2005).

Las muestras fueron referenciadas con el nombre de la granja (o el nombre del dueño de la granja en el caso de que la granja no tuviera un nombre específico), seguido de la provincia donde se ubicaba la granja y de la fecha, por ejemplo: Aiyura-Goroka-23/02/2013, seguido de la especie y el número de muestra de la granja: Aiyura-Goroka-23/02/2017-TN1. Se utilizaron las siguientes abreviaturas para las especies a muestrear:

- Tilapia del Nilo: NT (*Nile tilapia*)
- Trucha arco iris: R (*rainbow trout*)
- Carpa común: CC (*common carp*)
- Barramundi: B (*barramundi*)
- Milkfish: M (*milkfish*)
- Camaron de agua dulce: MR (*Macrobrachium rosenbergii*)
- Camarón de agua salada: S (*shrimp*)
- Langosta de roca: L (*lobster*)

- Cangrejo de manglar: C (*crab*)
- Pepino de mar/holotúridos: SF (*syfish*)

Se rechazaron las muestras que cumplían con las siguientes características:

- Muestras no identificadas o identificadas erróneamente
- Recipiente inadecuado
- Contaminación por parte del recipiente
- Cantidad de muestra insuficiente
- Excesiva demora en el envío
- Malas condiciones de transporte
- Mala conservación de la muestra

En el registro de análisis del laboratorio se especificó detalladamente el origen, jaula o estanque y el número de ejemplares de cada muestra numerada y procesada, para que, de este modo, el seguimiento de los resultados de cada una de ellas se realizara adecuadamente (Kavunasagar, 2003).

Una vez que las muestras de organismos acuáticos (Figuras 9 y 10) eran recibidas en cada uno de los laboratorios anteriormente citados, los especímenes eran analizados siguiendo el protocolo definido en la Tabla 15 a continuación (Austin, 1999; Meyer, 1970; Real, 1996): en primer lugar, los especímenes fueron observados externamente en busca de signos clínicos de enfermedad, tales como hiperpigmentación, descoloración, exoftalmia, presencia de inflamaciones, nódulos, etc. (Austin, 1999).

Posteriormente se tomaron muestras de tejidos externos para el análisis parasitológico: mucosa/raspado branquial, tejido branquial, escamas y raspado de piel (Meyer, 1970). A continuación, se realizó una necropsia detallada en la que se tomaron muestras de los siguientes órganos para el análisis bacteriológico: cerebro, nervio ocular, riñón anterior, bazo e hígado (Noga, 1996; Noga, 2000).

Muestras de estos mismos órganos fueron tomadas y preservadas en viales con etanol al 95% de concentración, para la realización de los análisis de enfermedades de declaración obligatoria para la OIE a través de métodos de biología molecular (OIE, 2016).

En el caso de los crustáceos, una vez que las muestras eran recibidas en cada uno de los laboratorios anteriormente citados, los especímenes fueron analizados siguiendo el protocolo definido en la Tabla 16 (ver más adelante) (Austin, 1999; Bondad-reantaso, 2001; Chari, 2006; Diab, 2008; Meyer, 1970; Nils, 2000; Real, 1996): en primer lugar, los especímenes fueron observados externamente en busca de signos clínicos de enfermedad, tales como cambios en la pigmentación, presencia de malformaciones, manchas, nódulos, etc. (Lester, 2005; Nils, 2000). Posteriormente se tomaron muestras de tejidos externos para el análisis parasitológico: mucosa y raspado branquial (Lester, 2005; Meyer, 1970). A continuación, se realizó una necropsia detallada en la que se tomaron muestras de los siguientes órganos para el análisis bacteriológico: cerebro y hepatopáncreas (Diab, 2008; Port, 1989). Muestras de estos mismos órganos y también de tejido esquelético (pleópodos) fueron tomadas y preservadas en viales con etanol al 95% de concentración, para la realización de los análisis de enfermedades de declaración obligatoria para la OIE a través de métodos de biología molecular (OIE, 2016).

Figura 9. Especímenes de camarón de agua salada siendo examinados



Figura 10. Especímenes de cangrejo de manglar siendo examinados



En el caso de los pepinos de mar (Figura 11), una vez que las muestras eran recibidas en el laboratorio de Kavieng, los especímenes fueron analizados siguiendo el protocolo definido en la Tabla 15 (ver más adelante) (Adamski, 2006; Becker, 2002): en primer lugar, los especímenes fueron observados externamente en busca de signos clínicos de enfermedad, tales como cambios en la pigmentación, presencia de descamaciones, inflamaciones (Figura 12), nódulos, etc. Posteriormente se tomaron muestras de tejidos externos para el análisis parasitológico (Caira, 2005; Esch, 1980): raspado cutáneo y raspado del área urogenital. A continuación, se realizó una necropsia detallada en la que se tomaron muestras de los siguientes órganos para el análisis bacteriológico: tejido hepático y riñón (Becker, 2002). En el caso de esta especie no se tomaron muestras en etanol para biología molecular porque no hay enfermedades de declaración obligatoria para la OIE en el caso de los holotúridos (Lovatelli, 2004; OIE, 2016).

Figuras 11. Especímenes de pepino de mar siendo recolectados para ser muestreados



Figura 12. Especimen de pepino de mar con ulceración, despigmentación y aumento marcado de la mucosidad en la zona dorsal



Finalmente, en el caso del macro alga roja “cottonni” (Figura 13), una vez que las muestras eran recibidas en el laboratorio de Bougainville los especímenes eran analizados siguiendo el protocolo definido en la Tabla 16 (ver más abajo) (Bondad-Reantaso, 2001; Rodgers, 1999; Woo, 2000): en primer lugar, los especímenes fueron observados externamente en busca de signos clínicos de enfermedad, tales como decoloración (Figura 14), cambios en la textura de la cutícula, presencia de macroalgas epifitas adheridas al tejido, etc. Posteriormente se tomaron muestras de tejidos externos para el análisis bacteriológico (Russell, 1883). En el caso de esta especie no se tomaron muestras en etanol para biología molecular porque no hay enfermedades de declaración obligatoria para la OIE en el caso de plantas acuáticas (Tabla 16), ya que la OIE se centra solamente en las enfermedades animales (Hayashi, 2007; OIE, 2016).

Figura 13. Muestras de macroalga roja “cottonni” siendo examinados



Figura 14. Muestra de macroalga roja “cottonni” colonizada por un alga epifita (Woo, 2000)



Tabla 16. Protocolo de muestreo

Especímenes	Examen externo	Bacteriología	Parasitología	Biología molecular
Peces	Evaluación de la apariencia externa de los peces (escamas, aletas, boca, ojos, opérculo, abdomen, ano, orificio urogenital) en busca de anomalías, tales como cambios en la pigmentación, nódulos, inflamaciones, etc.	Muestras estériles de cerebro, nervio ocular, riñón anterior e hígado Muestras de mucosa branquial/cutánea y aletas en el caso de la trucha arco iris y del barramundi para bacterias de los géneros <i>Flavobacterium</i> spp. Y <i>Tenacibaculum</i> spp.	Raspado de mucosa branquial, tejido branquial, raspado cutáneo y escamas	Muestras estériles de cerebro, nervio ocular, riñón anterior e hígado preservadas en etanol 95%
Crustáceos	Evaluación de la apariencia externa de los especímenes (cefalotórax, ojos, telson, estructura esquelética, etc.) en busca de anomalías, tales como cambios en la pigmentación, nódulos, inflamaciones, etc.	Muestras estériles de hepatopáncreas y cerebro	Raspado de mucosa branquial y tejido branquial	Muestras estériles de cerebro, hepatopáncreas y pleópodos preservadas en etanol 95%
Holotúridos	Evaluación de la apariencia externa de los especímenes (tejido cutáneo dorsal y ventral, orificio bucal, ano y orificio urogenital) en busca de anomalías, tales como cambios en la pigmentación, rasaduras, nódulos, inflamaciones, etc.	Muestras estériles de tejido hepático y riñón	Raspado cutáneo	No procede
Macro algas	Evaluación de la apariencia externa en busca de anomalías tales como cambios en la pigmentación, textura y estructura de las plántulas	Muestras de tejido cuticular	No procede	No procede

4.2.2.2. Protocolo de necropsia

Con respecto al concepto de necropsia, esta puede ser definida como el examen de los diferentes tejidos, órganos y sistemas para poder apreciar la existencia de lesiones en un organismo (Adamski, 2007; Aluja, 1993; English, 1993). Frecuentemente se aprovecha esta técnica para la toma de muestras de todo tipo (Karunasagar, 2003). Durante la necropsia de los especímenes a muestrear se tomaron las muestras de los órganos internos anteriormente mencionados en la Tabla 15 (hígado, riñón anterior, cerebro, tejido ocular, etc.) con material de disección styard que fue esterilizado con alcohol diluido al 70% antes y después de la toma de muestras de cada órgano siguiendo la metodología descrita por Aluja (1993). En el caso de que el laboratorio contase con una cabina de flujo laminar, ésta era utilizada durante el protocolo de observación externa, necropsia y toma de muestras de órganos internos para el análisis bacteriológico (Figuras 15 y 17). En el caso de que el laboratorio no contara con una cabina de flujo laminar, se utilizaba un mechero bunsen durante el protocolo de observación externa, necropsia y toma de muestras de órganos internos para el posterior análisis bacteriológico (Figura 16).

El protocolo de necropsia fue el siguiente, basado en la metodología descrita por Aluja (1993):

1. Valoración de la piel, aletas, cutícula, estructura esquelética, ojo y órbita:

- Piel: aspecto general, color, apariencia, situación de las escamas o cutícula, situación de la línea lateral, presencia de lesiones, ulceraciones o descamaciones, zonas de variación de color, des o hiperpigmentación, hemorragias, tipo y zona de afección, etc. Todas las anomalías fueron anotadas en el cuaderno de registro. En el caso de muestras para microbiología de piel, branquias, cutícula, etc., éstas se tomaron de manera estéril, limpiyo la zona de piel o lesión a muestrear con un hisopo con alcohol al 70%, y realizyo una esterilización de la superficie cutánea con un bisturí incyescnte, a la vez que efectuyo un corte entre piel y subcutáneo para tomar la muestra de esta región, eliminyo la mayor parte de la contaminación bacteriana saprofita de la piel.

Si las muestras de tejidos externos como piel o cutícula eran destinadas al análisis parasitológico, se realizaban raspados de piel o cutícula de las regiones a estudio con la hoja de un bisturí limpio. Estos raspados se situaron en un portaobjetos que se cubrió con un cubreobjetos, procediéndose a su observación bajo el microscopio.

- Aletas:

Valoración del aspecto general, color, presencia de lesiones, hemorragias, cambios de aspecto o coloración, etc. Se tomaron muestras siguiendo el mismo protocolo que el definido anteriormente para la piel.

- Órbita, cavidad ocular, ojo y sus estructuras:

Valoración de la órbita, cavidad ocular, tamaño, aspecto, coloración, lesiones, hemorragias, tumoraciones, análisis de las diferentes estructuras del ojo, prestyo atención a la presencia de opacidad corneal, presencia de abscesos o parásitos en líquido acuosos o en córnea, etc.

En el caso de la toma de muestras para microbiología, éstas se tomaron de manera estéril, limpiyo la zona de lesión a muestrear con un hisopo con alcohol diluido al 70%, y realizyo una esterilización de la superficie con un bisturí incyescnte, a la vez que realizyo un corte con el bisturí estéril en la zona a muestrear para tomar la muestra de esta región, eliminyo de este modo la mayor parte de la contaminación bacteriana saprofita de la zona ocular.

2. Separación del opérculo y valoración del aspecto de branquias:

Para el estudio parasitológico se realizó un raspado de la mucosa branquial y un corte de varias laminillas branquiales para su valoración al microscopio.

En el caso de la toma de muestras para microbiología, para la valoración de bacterias de los géneros *Flavobacterium* spp. o *Tenacibaculum* spp., las muestras se tomaron de manera estéril, limpió la zona de lesión a muestrear con un hisopo con alcohol diluido al 70%, y realizó una esterilización de la superficie con un bisturí incandescente, a la vez que realizó un corte con el bisturí en la zona a muestrear para tomar la muestra de esta región, eliminó con este procedimiento la mayor parte de la contaminación bacteriana saprofita de la zona branquial.

3. Estudio ordenado, sistemático y riguroso de los diferentes órganos de la cavidad abdominal:

Se realizó un primer corte con un bisturí estéril desde la zona anal hasta la apertura branquial más ventral. Se realizó, por otro lado, un corte desde la zona anal en 45° hasta la zona del opérculo branquial más dorsal, quedando así una ventana que permite observar toda la cavidad abdominal, su aspecto y sus órganos. Para cada sistema y órgano se valoraron sus aspectos de manera general, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Color, aspecto, tamaño, consistencia, presencia de lesiones y tipo, tumoraciones, hemorragias, áreas de necrosis, congestión, tumefacción, características al corte, etc.
- Aspecto general de la cavidad abdominal: presencia de ascitis, grasa perivisceral, lesiones, hemorragias, líquidos anómalos, tumoraciones, etc.
- Sistema circulatorio: corazón y principales vasos sanguíneos.
- Aparato excretor: riñón anterior y posterior.
- Vejiga natatoria.
- Sistema digestivo: esófago, estómago, intestino y glándulas anejas: páncreas, vesícula biliar e hígado.
- Sistema inmunitario: bazo y riñón anterior.

En el caso de muestras para microbiología, se tomaron las muestras de manera estéril, limpió la zona de la lesión a muestrear con un hisopo con alcohol diluido al 70%, y realizó una esterilización de la superficie con un bisturí incandescente, a la vez que realizó un corte con el bisturí en la zona a muestrear para tomar la muestra de esta región (Austin, 1999; Okpkowassili, 1994), eliminó mediante este procedimiento la mayor parte de la contaminación bacteriana que se haya podido producir por difusión o por contaminación ambiental (Karunasagar, 2003).

Figura 15. Necropsia y toma de muestras para cultivo bacteriano de un espécimen de trucha arco iris



Figura 16. Especímenes de tilapia de Nilo siendo examinados



Figura 17. Espécimen de langosta de roca siendo examinado



4.2.3. Protocolo de aislamiento e identificación bacteriano

Se llevaron a cabo tres protocolos de aislamiento bacteriano, dependiendo de los patógenos buscados, que se describen detalladamente en la Sección 3. Los protocolos estuvieron basados, principalmente, en el Manual de Bacteriología Analítica de USDA (*Bacteriological Analytical Manual, BAM-USDA*) (2013) y otras referencias bibliográficas (Karunasagar, 2003).

- 1) Aislamiento de bacterias genéricas, tanto Gram positivas como Gram negativas
 - GRAM NEGATIVAS, tales como *Vibrio* spp., *Photobacterium* spp., *Pseudomonas* spp., *Aeromonas* spp., etc.
 - GRAM POSITIVAS, tales como *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp., etc.
- 2) Aislamiento de bacterias Gram negativas de los géneros *Flavobacterium* spp. o *Tenacibaculum* spp.
- 3) Aislamiento de la bacteria *Renibacterium salmoninarum* (agente causante de EBR)).

REFERENCIAS COMERCIALES DEL MATERIAL UTILIZADO EN EL ANALISIS BACTERIOLOGICO

- Medios de cultivo:
 - o Agar bacteriológico: Sigma-Aldrich, Ref: A5306-250G.
 - o Agar sangre 5%: Agar Columbia 5% sangre de cordero. Biomeriux, Ref. 43041 - 20 x 90 mm.
 - o BHI (*Brain Heart Infussion*): BHI Broth, 5 ml. BD solutions, Ref: 221813.
 - o Medio glucosa: Sigma-Aldrich, Ref: G8270-100G.
 - o FMM (*Flexibacter Maritimus Medium*): FMM Broth Kariosafe, Ref: C1264.
 - o TCBS (*Thiosulfate-citrate-bile salts-sucrose agar*): 15x100mm plate. Hardy Diagnostic, Ref: G55.

- Reactivos:
 - o Tincion de Gram: Sigma-Aldrich, Ref: 77730. *Gram Staining Kit*.
 - o KOH: Sigma-Aldrich, Ref: P1088.
 - o Oxidasa: Sigma-Aldrich, Ref: 40560 *Oxidase Strips for microbiology*.
 - o Reactivos Galerias API: API® REAGENTS, Biomérieux, link: <http://www.biomerieux-usa.com/clinical/api>

- Metodos de identificación API (API®, Biomérieux), link: <http://www.biomerieux-usa.com/clinical/api>
 - o API® 20E
 - o API® 20NE
 - o API® Staph
 - o API® 20Strep
 - o API® ZYM
 - o API® web: disponible para NAQIA.

PREPARACION DE MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS (BAM-USDA. 2013)

MEDIO BHI (*Brain Heart Infussion*) CON SAL:

- BHI: 37.5 g en un litro de agua más:
- 3%: 3 g. de sal en 100 ml. de agua.
- 6%: 6 g de sal en 100 ml de agua.
- 0%: 0% no se añade sal.
- Esterilizar a 121°C durante 15 minutos.
- No se hierve antes de entubar.

GLUCOSA AL 1%:

- 5 g. de glucosa medio en 1000 ml. de agua destilada.
- 15 g. de BBL rojo fenol.
- Se entuba y se trata en el baño maría a 110° C 10 minutos.

SOLUCION SALINA:

- Mezclar 9 g. de cloruro sódico en un litro de agua.
- Entubar y esterilizar a 121°C 15 minutos.

CATALASA:

- Agua oxigenada al 30%: 30 ml. en 70 ml. de agua destilada.
- No hace falta hervir o esterilizar.

POTASA:

- 3 g. de KOH en 100 ml de agua destilada.
- No hace falta hervir o esterilizar.

MEDIO TCBS (*Thiosulfate-citrate-bile salts-sucrose agar*):

- Mezclar 88 g del medio deshidratado en 1 litro de agua destilada.
- Hervir el medio durante 1 minuto en baño o en el mechero, y emplazarlo posteriormente.

MEDIO FLEX, FMM (*Flexibacter maritimus medium*):

- Medio FMM: 36.7 g en un litro de agua destilada.
- Agar bacteriológico: 15 g en un litro de agua destilada.
- Mezclar y hervir un minuto hasta disolución completa.
- Esterilizar a 121° 15 minutos, emplazar posteriormente.

TEMPERATURAS OPTIMAS DE INCUBACION (BAM-USDA. 2013)

- 22°C +/- 2°C
 - *Aeromonas hydrophila*
 - *Aeromonas salmonicida*
 - *Vibrio* spp.
 - *Yersinia ruckeri*
 - *Pseudomonas fluorescens*
 - *Flavobacterium columnare*
 - *Flavobacterium branchiophilum*
 - *Photobacterium damsellae* subsp. *piscicida*
- 15°C +/- 2°C
 - *Flavobacterium psychrophilum*
 - *Vibrio salmonicida*
- 30° C +/- 2°C
 - *Lactococcus garvieae*

TIEMPOS DE INCUBACION

El tiempo para la primera y la segunda ronda de observaciones se indica en los dos primeros grupos de bacterias.

- 24-28h -44-48h (primera observación a las 24h y valoración definitiva a las 48h)
 - *Aeromonas hydrophila*
 - *Aeromonas salmonicida*
 - *Vibrio anguillarum*
 - *Flavobacterium columnare*
 - *Pseudomonas fluorescens*

- 44-48h - 68-72h (primera observación a las 24h)
 - o *Vibrio* spp.
 - o *Yersinia ruckeri*
 - o *Flavobacterium branchiophilum*
 - o *Flavobacterium psychrophilum*
- 68-72h (primera observación a las 48h)
 - o *Photobacterium damsellae* subsp. *piscicida*

4.2.3.1. Protocolo de aislamiento e identificación de bacterias genéricas, tanto Gram positivas como Gram negativas

Se describe a continuación la técnica desarrollada para el diagnóstico general no selectivo de enfermedades de organismos acuáticos (peces, crustáceos, holotúridos y macroalgas) de etiología bacteriana, a partir de muestras procedentes de organismos acuáticos vivos, o muertos y conservados en fresco. Se trata de la realización de cultivo bacteriológico general a partir de siembras de órganos diana en un medio de cultivo general sólido, como es el Agar Columbia Sangre 5% (Real, 1996).

Material y reactivos utilizados:

- 1) Muestra patológica a sembrar.
- 2) Medio de cultivo bacteriológico general, específicamente en el caso de este estudio: Agar Columbia Sangre 5%.
- 3) Asas de siembra.
- 4) Mechero de esterilización Bunsen.
- 5) Estufa de cultivo a la temperatura indicada.

Procedimiento de aislamiento bacteriano:

Las muestras de órganos y tejidos de los especímenes muestreados y necropsiados (Figuras 18 y 19) fueron sembradas en condiciones de esterilidad en un medio de cultivo general sólido, el Agar Columbia Sangre al 5%. El procedimiento para la siembra fue el siguiente (BAM-USDA, 2013):

- Previa esterilización de la superficie del tejido u órgano (bisturí estéril o incyesciente, o con alcohol diluido al 70%), se tomó una muestra de la zona con el asa de siembra.
- Se realizó la extensión de la muestra en la placa de cultivo.
- Las placas de cultivo fueron incubadas a las temperaturas anteriormente indicadas para cada patógeno, de entre 20 -24°C (30°C en el caso de la búsqueda de *Lactococcus garvieae* en trucha arco iris), un mínimo de un 1 hasta un máximo de 10 días, en estufa de incubación microbiológica.
- Se realizó una primera valoración de la placa de cultivo a las 24 horas de incubación, para evaluar la situación de crecimiento de unidades formadoras de colonias.
- Tras el período de incubación, se seleccionaron las colonias mayoritarias, significativas/principales desde el punto de vista bacteriológico. A cada colonia bacteriana diferente se le asignó un número de referencia.
- Las colonias mayoritarias fueron resembradas de nuevo en Agar Columbia Sangre al 5% a partir de una sola colonia, flameyo en cada cambio de dirección, para lograr su aislamiento en pureza en la placa de cultivo, para pasar posteriormente a la realización de las pruebas bioquímicas pertinentes para su identificación.

En la elección de las colonias significativas se tuvo presente que esta evaluación trabaja sobre poblaciones, no sobre individuos aislados, por lo que se evaluaron los crecimientos en todos los individuos analizados de la población problema, y valoro los crecimientos comunes (Austin, 1999).

Se tuvo en cuenta también la morfología en placa de las colonias motivo de estudio, atendiendo principalmente a la anamnesis realizada (sospecha patológica).

Figura 18. Necropsia de un espécimen de carpa común



Figura 19. Muestras de tilapia del Nilo siendo analizadas



4.2.3.2. Protocolo de identificación bacteriano primario

Una vez que las bacterias significativas o relevantes a nivel poblacional fueron aisladas en pureza en el medio de cultivo sólido general, Agar Columbia Sangre al 5%, se procedió a la identificación de las mismas (Port, 1989). Las pruebas de identificación bacteriana primarias comprendieron la tinción de Gram, y la realización de las pruebas bioquímicas de potasa, oxidasa, catalasa y motilidad (BAM-USDA, 2013).

Estas pruebas se realizaron para determinar las características de la “cepa problema”, que nos indicaran el procedimiento de estudio a seguir, adecuado para dicha cepa. Como se ha comentado anteriormente, tras obtener el cultivo aislado y en pureza de la cepa en el medio de cultivo sólido general, se procedió a la realización de las pruebas primarias anteriormente citadas, previo estudio definitivo para su identificación (BAM-USDA, 2013).

Materiales y reactivos:

- Asa de siembra.
- Mechero de esterilización Bunsen.
- Tinción de Gram: violeta de genciana, lugol, alcohol-acetona y safranina.
- Reactivos de potasa, oxidasa.
- Portaobjetos y cubreobjetos.
- Solución salina estéril.

Procedimiento para la tinción de Gram:

Se realizó la tinción de Gram para comprobar la pureza y morfología de la cepa a estudiar, lo que nos aportó la información necesaria para definir el protocolo a seguir a continuación. El procedimiento utilizado para realizar la tinción de Gram fue el siguiente (Real, 1996):

1. Con la ayuda del asa de siembra se realizó una extensión en un portaobjetos de una colonia de la cepa problema.
2. Se secó al aire o a la llama.
3. Se realizó una inmersión durante 3 minutos en violeta de genciana
4. Se enjuagó.
5. Se realizó una inmersión durante 2 minutos en líquido de lugol.
6. Se decoloró con alcohol-acetona durante 30 segundos.
7. Se enjuagó.
8. Se realizó una inmersión de 1 minuto en safranina.
9. Se dejó secar y se observó al microscopio.

Procedimiento para las reacciones de la potasa y la oxidasa:

Estas pruebas se realizan para obtener los datos que nos permitan continuar con la identificación bacteriana, siguiendo las claves dicotómicas que se han definido con anterioridad en el apartado anterior. Para la prueba de la potasa se sitúa una de las colonias problema sobre una gota de reactivo de potasa, mezclo la colonia con el asa de siembra, y observo la aparición o no de mucoide. Ante la aparición de dicho mucoide la reacción se considera “potasa positiva” (BAM-USDA, 2013).

Para la realización de la prueba de la oxidasa, se extiende una de las colonias problema en un papel de filtro limpio, y posteriormente se añade el reactivo de oxidasa. Ante la reacción colorimétrica en menos de 5 minutos, se considera la reacción positiva (BAM-USDA, 2013).

4.2.3.3. Protocolo de identificación de bacterias Gran positivas

A continuación, se describe el método que utilizado durante el estudio para la identificación de bacterias Gram positivas aisladas en la placa de cultivo sólido bacteriológico general, Agar Columbia Sangre al 5%. Estas se pueden considerar como pruebas primarias y secundarias de identificación (BAM-USDA, 2013).

Material y reactivos

- Placa de cultivo con las colonias aisladas en pureza.
- Portaobjetos.
- Reactivos de tinción de Gram.
- Agua destilada estéril.
- Microscopio óptico.
- Aceite de inmersión.
- Reactivos de catalasa y potasa.
- Asa de siembra.
- Escobillones estériles.
- Mechero Bunsen.
- Galería API de identificación microbiológica: Galería rapidSTREP y galería Staph.
- Reactivos específicos para la lectura de las galerías API: Galería rapidSTREP y galería Staph, respectivamente.
- Parafina líquida.
- Sistema de identificación API Web.
- Estufa de cultivo a la temperatura indicada.

Las unidades formadoras de colonias aisladas en pureza en la placa de cultivo general sólida se utilizaron para llevar a cabo las pruebas siguientes (BAM, USDA, 2013):

- I. A partir de una de las colonias bacterianas se realizó una tinción de Gram para valorar las características de la pared y la morfología y distribución de las bacterias.
- II. A partir de una colonia aislada se realizaron las pruebas de potasa (negativa) y catalasa (negativa en el caso de *Streptococcus* spp. y positiva en el caso de *Staphylococcus* spp.). La prueba de potasa se llevo a cabo en todos los procesos de identificación como prueba adicional a la tinción de Gram, debido a la facilidad para realizar la prueba de potasa en laboratorios de campo con pocas infraestructuras.
- III. Atendiendo a los resultados de la prueba de la catalasa se realizó la galería de identificación API bioquímica para *Streptococcus* spp. o para *Staphylococcus* spp. según corresponda: API 20Strep o API Staph.
- IV. Se incubaron las galerías siguiendo las especificaciones del fabricante y se leyeron los resultados de cada galería siguiendo las instrucciones del fabricante utilizyo el software Apiweb disponible para la autoridad nacional de cuarentena e inspección de Papúa Nueva Guinea, NAQIA.

4.2.3.4. Protocolo de identificación de bacterias Gram negativas, Oxidasa positivas

A continuación, se describe el método que utilizado durante el estudio para la identificación de bacterias Gram negativas – oxidasa positiva (no enterobacterias) aisladas en la placa de cultivo sólido bacteriológico general, Agar Columbia Sangre al 5%. Tras haberse valorado la importancia de una cepa en la población y obtenido su crecimiento en aislamiento y pureza, se realizaron las pruebas de identificación primaria. Aquellas en que se obtuvieron los resultados de Gram negativa/Oxidasa positiva/Potasa positiva se identificaron siguiendo este procedimiento (BAM-USDA, 2013).

Material y métodos

- Medios de cultivo bacteriológico general Agar Columbia Sangre al 5%.
- Medio de cultivo bacteriológico específico TCB, que es el medio selectivo utilizado para el aislamiento y cultivo de varias especies del género *Vibrio*. También es conocido como Agar Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa, o como Agar Selectivo para Vibrios.
- Asa de siembra.
- Mechero Bunsen.
- Estufa de cultivo a la temperatura indicada.
- Reactivos de potasa y oxidasa.
- Tinción de Gram.
- Galería de identificación bioquímica APi20NE y Api20E en casos específicos.
- Parafina líquida.
- Reactivos de lectura de la galería.
- Medio BD *Brain Heart Infusion* (BHI) Agar, que es un medio de uso general adecuado para el cultivo de una amplia variedad de tipos de microorganismos. Este medio se prepara con sal a diferentes porcentajes (0%, 3%, 6% y 8%).
- Medio de cultivo líquido de oxidación/fermentación de la glucosa.
- Vibriostático O129 en concentraciones de 10 y 150 µg.

Procedimiento:

- Las pruebas de Gram, potasa, oxidasa son las que determinan que se lleve a cabo este tipo de identificación. La cepa problema ha debido obtener los siguientes resultados para ser considerada en este protocolo: Gram negativo, potasa positiva y oxidasa positiva. Los resultados de la prueba de motilidad sirven para completar la identificación.
- Se llevó a cabo la identificación mediante pruebas bioquímicas, realizo una galería de identificación bioquímica tipo Api20E (a pesar de ser para enterobacterias, sofrece unos datos de perfil bioquímico que permiten la identificación bacteriana de cepas Gram negativas, oxidasa positiva, que no son enterobacterias).
- Se realizó la inoculación de la galería API, la incubación y la lectura de la misma siguiendo las especificaciones del fabricante.
- A su vez se llevaron a cabo las siguientes pruebas: crecimiento en sal a diferentes concentraciones (0%, 3%, 6% y 8%), crecimiento en el medio de cultivo sólido TCBS, sensibilidad al vibriostático 0-129, y pruebas de oxidación/fermentación de la glucosa, siguiendo el protocolo definido a continuación.
- Con la ayuda del asa de siembra se realizó una suspensión de concentración al 1 de McFarly. A partir de ésta, y siempre en condiciones de esterilidad:
- Con un asa de siembra se realizó una extensión en cuadrículas en una placa de medio sólido general Agar Columbia Sangre al 5%, en la que se coloca un disco de O129 de cada concentración.
- Se realizó la inoculación en los tubos de BHI a distintas concentraciones de sal.

- Se realizó la inoculación en el medio de glucosa (en uno de ellos se cubre la superficie con parafina líquida).
- Se sembró en medio específico TCBS.
- Se incubaron las placas y los tubos a las temperaturas indicadas en el apartado anterior, durante 24-48h.

Interpretación de los resultados:

- O129: si aparece halo de inhibición la cepa es sensible.
- BHI: si aparece turbidez, indica capacidad de crecimiento, y por lo tanto reacción positiva.
- O/F: el viraje de color indica la capacidad de uso de la glucosa en dichas condiciones, por lo que la reacción se considera positiva.
- TCBS: el crecimiento de cepas amarillas y/o viraje del color del medio a amarillo indican reacción positiva.
- La identificación se realizó atendiendo a diversas informaciones: diagnóstico precoz, observación de signos y lesiones en necropsia, perfil bioquímico obtenido con la lectura de la galería API20E, resultado de las pruebas de identificación primarias y secundarias. En caso necesario, se utilizaron las claves dicotómicas previamente establecidas.

4.2.3.5. Protocolo de identificación de bacterias Gram negativas, Oxidasa negativas

A continuación, se describe el método utilizado durante el estudio para la identificación de bacterias Gram negativas – oxidasa negativa (enterobacterias) aisladas en la placa de cultivo sólido bacteriológico general, Agar Columbia Sangre al 5%. Tras haberse valorado la importancia de una cepa en la población y obtenido su crecimiento en aislamiento y pureza, se realizaron las pruebas de identificación primaria. Aquellos aislados en los que se obtuvieron los resultados de Gram negativa/Oxidasa negativa/Potasa positiva se identificaron siguiendo este procedimiento (BAM-USDA, 2013).

Se llevó a cabo la identificación de la bacteria a partir de cultivos en pureza procedentes de muestras de órganos, como se ha citado anteriormente. Tras haber realizado la siembra directa inicialmente en la placa de cultivo general Agar Columbia Sangre al 5%, la selección de las colonias mayoritarias y significativas, y una resiembra de las mismas en medio general de cultivo sólido en aislamiento y pureza, se realizaron las pruebas de identificación primarias (Gram, potasa y oxidasa) y se procedió a la identificación (Noga, 1996; Noga, 2000).

Material y reactivos

- Medio de cultivo bacteriológico general.
- Asa de siembra.
- Mechero Bunsen.
- Estufa de cultivo a la temperatura indicada.
- Reactivos de potasa y oxidasa.
- Galería de identificación bioquímica API 20NE y Api20E en casos específicos.
- Reactivos de lectura de la galería.

Procedimiento

Las pruebas de Gram, potasa y oxidasa debían ser las siguientes para que se llevara a cabo este tipo de identificación: Gram negativo, potasa positiva y oxidasa negativa. Se llevó a cabo la identificación mediante pruebas bioquímicas realizo una galería de identificación bioquímica tipo API 20E (para enterobacterias). La inoculación de la galería API, la incubación y la lectura de la misma se llevó a cabo siguiendo las especificaciones del fabricante.

4.2.3.6. Protocolo de aislamiento e identificación de bacterias Gram negativas de los géneros *Flavobacterium* spp. y *Tenacibaculum* spp.

Para el aislamiento de bacterias de estos dos géneros se utilizó un medio de cultivo inicial selectivo, no el medio de cultivo general Agar Columbia Sangre al 5% (Lafrentz, 2002). El medio de cultivo utilizado fue el medio FMM en estado sólido, tras su mezcla con agar bacteriológico. Las muestras de cultivo utilizadas en el caso del aislamiento e identificación de las bacterias de estos dos géneros fueron muestras de mucosa cutánea y branquial (Lafrentz, 2002). Solamente se tomaron muestras para el aislamiento e identificación de bacterias de estos dos géneros en el caso de que los animales presentaran signos clínicos relacionados con la patología causada por estos patógenos (Groff, 2000). Los signos clínicos generales para las patologías causadas por bacterias de estos géneros se caracterizan por necrosis del opérculo, comprometiendo en los casos severos piel y musculatura adyacente, en el caso de bacterias que afecten a nivel branquial se observan "parches" de color amarillo y necrosis de las laminillas branquiales (Lafrentz, 2002). En el caso de bacterias que afecten a la zona cutánea dorsal, se observa necrosis y descamación de la zona dorsal del pez, generyo una patología conocida como "silla de montar" (Lafrentz, 2002).

Material y métodos

- Medio de cultivo bacteriológico FMM.
- Asa de siembra.
- Mechero Bunsen.
- Estufa de cultivo a la temperatura indicada.
- Reactivos de Gram.
- Reactivos de potasa y oxidasa.
- Galería de identificación bioquímica API ZYM, que es un Api para la semi-cuantificación de actividades enzimáticas.
- Reactivos de lectura de la galería.

Procedimiento

Una vez que ha habido crecimiento bacteriano en el medio de cultivo selectivo FMM, las colonias significativas desde un punto de vista poblacional fueron sembradas en otra placa de medio FMM para su aislamiento en pureza (Groff, 2000). Una vez que se había obtenido el crecimiento de la colonia significativa en pureza, se realizaron las pruebas de identificación: tinción de Gram, y pruebas de catalasa, potasa y motilidad. Las pruebas de Gram, potasa, motilidad y oxidasa debían ser las siguientes para que se llevara a cabo este tipo de identificación: Gram negativo, potasa positiva, motilidad positiva y oxidasa positiva (Nieto, 1984). La tinción de Gram es de extrema utilidad para valorar que las bacterias aisladas son bacterias filamentosas largas, Gram negativas, no estyoy contaminadas (Groff, 2000). Se llevó a cabo la identificación mediante pruebas bioquímicas realizo una galería de identificación bioquímica tipo API ZYM (para enterobacterias). La inoculación de la galería API, la incubación y la lectura de la misma se llevó a cabo siguiendo las especificaciones del fabricante (APIweb).

4.2.3.7. Protocolo de aislamiento e identificación del patógeno *Renibacterium salmoninarum*, causante de la Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD)

Debido a la complejidad del procedimiento estándar de aislamiento e identificación de esta bacteria mediante bacteriología tradicional, se decidió tomar las muestras de riñón anterior y preservarlas en etanol diluido al 95% para realizar el diagnóstico de esta enfermedad por métodos de biología molecular (PCR). El método de diagnóstico a través de biología molecular elegido fue el descrito por Barbash (2004).

4.2.4. Evaluación de enfermedades parasitarias

La presencia y cantidad de parásitos externos en las muestras a estudio fue evaluada durante el mismo proceso de muestreo realizado para los patógenos bacterianos. Durante el protocolo de necropsia se tomaron de manera rutinaria para tal evaluación y para todos los especímenes muestreados, muestras de tejidos externos, tales como mucosa branquial, laminillas branquiales, mucosa cutánea, aletas, etc. Debemos remarcar que durante la necropsia se llevó a cabo una evaluación externa de los especímenes en detalle, valorando todas las posibles anomalías presentes en piel, branquias, opérculo, aletas, orificios urogenital y anal, etc., que pudiesen indicar la presencia de formas parasitarias. La toma de muestras para su posterior observación al microscopio óptico fue relativamente diferente dentro de cada grupo de especies, como se detalla a continuación:

- En el caso de los peces se tomaron muestras de mucosa branquial, laminillas branquiales, mucosa cutánea y raspado de aletas, para la evaluación de la presencia y cuantificación de parásitos externos.
- En el caso de los crustáceos se tomaron muestras de mucosa branquial y laminillas branquiales.
- En el caso de los holotúridos o pepinos de mar se tomaron muestras de mucosa cutánea y mucosa urogenital y anal.
- En el caso de la macroalga roja “cottonni” se tomaron muestras de tejidos externos.

Las muestras de tejidos externos fueron situadas en un portaobjetos, junto con unas gotas de solución salina. Posteriormente fueron cubiertas por un cubreobjetos, y observadas al microscopio óptico (situado en cada uno de los laboratorios utilizados durante las necropsias) con los objetivos de 10X y 40X.

4.2.5. Evaluación de enfermedades de declaración obligatoria a la OIE

La evaluación del estado sanitario de las poblaciones domesticadas de las principales especies de cultivo en el país con respecto a las enfermedades de declaración obligatoria se llevó a cabo siguiendo el protocolo descrito por la OIE en su “código de los animales acuáticos” con respecto a la toma de muestra, su transporte y preservación y el diagnóstico de la enfermedad. A continuación, se proporciona información detallada a este respecto para cada especie y para cada enfermedad de la lista. La Tabla 17 muestra el resumen de enfermedades de la lista de la OIE que fueron estudiadas en cada una de las especies hospedadoras. Las muestras fueron tomadas siguiendo el protocolo definido en la Tabla 16 en las visitas de campo realizadas entre los años 2012 y 2015, y enviadas por avión al laboratorio de referencia de la OIE para animales acuáticos en la región de Oceanía, que está situado en Australia. El laboratorio de referencia pertenece a la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth (CSIRO), que es la agencia del gobierno federal australiano destinada a la investigación científica en Australia. Su función principal es mejorar el rendimiento económico y social de la industria, para el beneficio de las comunidades del país. El Laboratorio Australiano de Sanidad Animal (AAHL) perteneciente al CSIRO está en Geelong, Victoria (<http://www.csiro.au/en/Research/Facilities/AAHL>).

Es un laboratorio de alta seguridad destinado al diagnóstico e investigación de enfermedades animales exóticas, que proporciona servicios diagnósticos a todos los países del Pacífico Sur que lo soliciten. El laboratorio es uno de los cuatro laboratorios de Nivel-4 de bioseguridad del país. Se abrió en 1985 un costo de 185 millones de dólares australianos. El objetivo principal de este centro (AAHL) es ayudar a proteger las industrias ganaderas y de la acuicultura de Australia, así como el público en general, de las amenazas de nuevas y existentes enfermedades infecciosas. Se trata de una instalación de alta contención diseñada para permitir la investigación científica de los agentes infecciosos más peligrosos del mundo. Se escogió este laboratorio para el diagnóstico de las enfermedades de declaración obligatoria de la OIE en la presente tesis ya que Papúa Nueva Guinea no cuenta con las infraestructuras y los equipos para llevar a cabo el diagnóstico de las enfermedades de declaración obligatoria de la OIE y porque es el laboratorio de referencia más cercano al país de estudio.

Tabla 17 Resumen de las enfermedades evaluadas en cada especie considerada en el estudio, teniendo en cuenta que determinadas especies no son objeto de ninguna enfermedad de declaración obligatoria de la OIE

Especie	Enfermedades OIE*
Trucha arco iris (<i>O. mykiss</i>)	IHNV, EHNV, ISAV, VHSH
Carpa común (<i>C. carpio</i>)	SVCV, KHV
Langosta de roca (<i>P. homarus</i> y <i>P. argus</i>)	WSSV
Cangrejo de manglar (<i>S. serrata</i>)	WSSV
Camarón de agua salada (<i>P. monodon</i>)	IHHNV, TSV, WSSV, YHDV, IMN, NHP
Barramundi (<i>L. calcarifer</i>)	RSIV, EUS
Chano/milkfish (<i>C. chano</i>)	EUS
Camarón de agua dulce (<i>M. roosebergii</i>)	WTDS
Pepinos de mar (<i>H. scabra</i>)	No aplicable
Macroalga roja (<i>K. alvarezii</i>)	No aplicable
Tilapia del Nilo (<i>O. niloticus</i>)	No aplicable

A continuación, se detalla el protocolo de muestreo y análisis de cada una de las enfermedades de declaración obligatoria en cada una de las especies mencionadas en la tabla 12.

4.2.5.1. Trucha arco iris (*O. mykiss*)

Todas las muestras de tejidos se preservaron en etanol al 95% para las pruebas de PCR (PCR normal, qPCR/PCR cuantitativa y PCR anidada). Debido a la necesidad de transporte aéreo de las muestras preservadas en etanol al 95% se tuvo que controlar el volumen de etanol de cada muestra, así como el volumen total de cada envío, siguiendo las restricciones de IATA en su “Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas, edición 56 en español, vigente a partir del primero de enero de 2015”. El material de disección utilizado durante el proceso de necropsia y recogida de muestras fue limpiado con agua y jabón y esterilizado con alcohol al 95% después del uso en cada espécimen. Todos los viales destinados al envío estaban esterilizados con anterioridad, teniendo en cuenta que los sistemas de diagnóstico son altamente sensibles y se debían evitar las contaminaciones cruzadas.

Se enviaron muestras de riñón, bazo, encéfalo, corazón y branquias de cada espécimen de talla superior a 4 cm, y el espécimen completo en el caso de animales de talla inferior a 4 cm. Métodos de diagnóstico empleados:

- Necrosis Hematopoyética Infecciosa, IHNV: PCR tradicional.
- Necrosis Hematopoyética Epizootica, EHNV: PCR tradicional.
- Anemia Infecciosa del Salmón, ISAV: PCR cuantitativa.
- Septicemia Hemorrágica Viral, VHSH: PCR tradicional.

4.2.5.1.1. Necrosis Hematopoyética Infecciosa

Protocolo detallado de RT-PCR (Emmenegger, 2000; OIE, 2009) para la detección del virus causante de la Necrosis Hematopoyética Infecciosa (RT-PCR) llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH: Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

OIE IHNV 2009
PRIMARY RT-PCR –
693 bp amplicon
 Operator: _____
 _____ Date _____ prepared:

Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch:	9.0 µl	
2 × Reaction Mix Batch:	12.5 µl	
SuperScript III/Platinum Taq Mix Batch:	1.0 µl	
Primer name: IHNV (OIE-G) F (18 µM) Batch:	0.25 µl	
Primer Name: IHNV (OIE-G) R (18 µM) Batch:	0.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run:
1	50°C for 30 min	
1	94°C for 2 min	Thermal cycler: _____
30	95°C for 30 sec 50°C for 30 sec 68°C for 60 sec	
Operator:		
1	68°C for 7 min	
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
IHNV (OIE-G) F	5'- AGA-GAT-CCC-TAC-ACC-AGA-GAC -3'
IHNV (OIE-G) R	5'- GGT-GGT-GTT-GTT-TCC-GTG-CAA -3'

OIE IHNV 2009 NESTED PCR – 483 bp amplicon Operator: _____ _____ Date _____ prepared: _____ _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.5 µl	
HotStarTaq Master Mix Batch: _____	12.5 µl	
Primer name: IHNV (OIE-G) NF (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Primer Name: IHNV (OIE-G) NR (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	95°C for 15 min	
30	95°C for 30 sec 50°C for 30 sec 72°C for 60 sec	Thermal cycler: _____
1	72°C for 7 min	Operator: _____
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
IHNV (OIE-G) NF	5' - TCACCCTGCCAGACTCATTGG -3'
IHNV (OIE-G) NR	5' - ATAGATGGAGCCTTTGTGCAT -3'

4.2.5.1.2. Necrosis Hematopoyética Epizoótica

Protocolo detallado de RT-PCR (Kurita, 2012) para la detección del virus causante de la Necrosis Hematopoyética Epizootica (RT-PCR) llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

Kurita RSIV, ISKNV and TRBIV PCR – 777 bp amplicon Operator: _____ _____ Date prepared: _____ _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.5 µl	
HotStarTaq Master Mix Batch: _____	12.5 µl	
Primer name: MCP-uni332-F3 (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Primer Name: MCP-uni1108-R8 (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	95°C for 15 min	
35 cycles	94°C for 30 sec 58°C for 60 sec 72°C for 60 sec	Thermal cycler: _____
1	72°C for 7 min	Operator: _____
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
MCP-uni332-F3	5'- AGG TGT CGG TGT CAT TAA CGA CCT G -3'
MCP-uni1108-R8	5'- TCT CAG GCA TGC TGG GCG CAA AG-3'

4.2.5.1.3. Anemia Infecciosa del Salmón

Protocolo detallado de RT-qPCR (Hodnely, 2006; OIE, 2015) para la detección del virus causante de la Anemia Infecciosa del salmón (RT-qPCR) llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

OIE SAV RT-qPCR (107 bp) Operator: _____ _____ Date _____ prepared: _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	5.75 µl	
2× AgPath-ID One-step RT-PCR Buffer Batch: _____	12.5 µl	
25 × RT-PCR Enzyme Mix Batch: _____	1 µl	
Primer name: SAV QnsPI F (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Primer Name: SAV QnsPI R (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
TaqMan probe: SAV QnsPI Probe (5 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	48°C for 30 min	
1	95°C for 10 min	Thermal cycler: _____
45	95°C for 15 sec 60°C for 60 sec	
Operator: _____		

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
SAV QnsP1 F	5'-CCG-GCC-CTG-AAC-CAG-TT-3'
SAV QnsP1 R	5'-GTA-GCC-AAG-TGG-GAG-AAA-GCT-3'
Probe	
SAV QnsP1 Probe	5'- 6FAM -CTG-GCC-ACC-ACT-TCG-A- MGB -3'

4.2.5.1.4. Septicemia Hemorrágica Viral

Protocolo detallado de RT-qPCR (Jonstrup, 2012; OIE, 2012) para la detección del virus causante de la Septicemia Hemorrágica Viral (RT-qPCR) llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

OIE Jonstrup VHSV RT-qPCR (77 bp) Operator: _____ _____ Date prepared: _____ _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Lot#: _____	5.75 µl	
2× AgPath-ID One-step RT-PCR Buffer Lot#: _____	12.5 µl	
25 × RT-PCR Enzyme Mix Lot#: _____	1 µl	
Primer name: VHSV-ArhusF (18 µM) Microstores: _____ _____	1.25 µl	
Primer Name: VHSV-ArhusR (18 µM) Microstores: _____ _____	1.25 µl	
TaqMan probe: VHSV-Arhus-TAMRA (5 µM) Microstores: _____ _____	1.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	48°C for 30 min	
1	95°C for 10 min	Thermal cycler: _____
45	95°C for 15 sec 60°C for 60 sec	
Operator: _____		

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
VHSV-ArhusF	5'- AAA-CTC-GCA-GGA-TGT-GTG-CGT-CC -3'
VHSV-ArhusR	5'- TCT-GCG-ATC-TCA-GTC-AGG-ATG-AA -3'
Probe	
VHSV-Arhus-TAMRA	5'- 6FAM -TAG-AGG-GCC-TTG-GTGATC-TTC-TG- TAMRA -3'

4.2.5.2. Carpa común (*C. carpio*)

Todas las muestras de tejidos se preservaron en etanol al 95% para las pruebas de PCR (PCR normal, qPCR/PCR cuantitativa y PCR anidada). Debido a la necesidad de transporte aéreo de las muestras preservadas en etanol al 95% se tuvo que controlar el volumen de etanol de cada muestra, así como el volumen total de cada envío, siguiendo las restricciones de IATA en su “Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas, edición 56 en español, vigente a partir del primero de enero de 2015”. El material de disección utilizado durante el proceso de necropsia y recogida de muestras fue limpiado con agua y jabón y esterilizado con alcohol al 95% después del uso en cada espécimen. Todos los viales destinados al envío estaban esterilizados con anterioridad, teniendo en cuenta que los sistemas de diagnóstico son altamente sensibles y se debían evitar las contaminaciones cruzadas.

Se enviaron muestras de riñón, bazo, branquias y tejido encefálico de cada espécimen de talla superior a 4 cm, y el espécimen completo en el caso de animales de talla inferior a 4 cm. Los métodos de diagnóstico empleados fueron (OIE, 2012):

- Viremia Primavera de la Carpa, SVCV: RT-nPCR.
- Enfermedad del herpesvirus de la carpa Koi, KHV: PCR cuantitativa.

4.2.5.2.1. Viremia Primavera de la carpa

Protocolo detallado de RT-PCR (OIE, 2012) para la detección del virus causante de la Viremia Primavera de la Carpa (RT-nPCR) llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

OIE SVCV PRIMARY RT-PCR – 714 bp amplicon		
Operator: _____ Date _____ prepared: _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.0 µl	
2 × Reaction Mix Batch: _____	12.5 µl	
SuperScript III/Platinum Taq Mix Batch: _____	1.0 µl	
Primer name: SVCV F1 (18 µM) Batch: _____	0.25 µl	
Primer Name: SVCV R2-c (18 µM) Batch: _____	0.125 µl	
Primer Name: SVCV R2-t (18 µM) Batch: _____	0.125 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	50°C for 30 min	
1	94°C for 2 min	Thermal cycler: _____
35	94°C for 60 sec 55°C for 60 sec 68°C for 60 sec	
Operator: _____		
1	68°C for 7 min	
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
SVCV F1	5'- TCT TGG AGC CAA ATA GCT CAR* R*TC -3'
SVCV R2-c	5'- AGA TGG TAT GGA CCC CAA TAC ATH* ACN* CAC -3'
SVCV R2-t	5'- AGA TGG TAT GGA CCC CAA TAC ATH* ACN* CAT -3'

Protocolo detallado de SVCV PCR anidada (OIE, 2012):

OIE SVCV NESTED PCR – 606 bp amplicon Operator: _____ _____ Date prepared: _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.5 µl	
HotStarTaq Master Mix Batch: _____	12.5 µl	
Primer name: SVCV F1 (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Primer Name: SVCV R4-c (18 µM) Batch: _____	0.25 µl	
Primer Name: SVCV R4-t (18 µM) Batch: _____	0.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	95°C for 15 min	
35	94°C for 60 sec 55°C for 60 sec 72°C for 60 sec	Thermal cycler: _____
1	72°C for 7 min	Operator: _____
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
SVCV F1	5'- TCT-TGG-AGC-CAA-ATA-GCT-CAR*-R*TC-3'
SVCV R4-c	5'- CTG-GGG-TTT-CCN*-CCT-CAA-AGY*-TGC-3'
SVCV R4-t	5'- CTG-GGG-TTT-CCN*-CCT-CAA-AGY*-TGT-3'

4.2.5.2.2. Koi herpesvirus

Protocolo detallado de PCR tradicional (Gray, 2002; OIE, 2016; Yuasa, 2005) para el diagnóstico del Herpes Virus de la Carpa Koi llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

OIE YUASA KHV PCR – 292 bp amplicon Operator: _____ _____ Date prepared: _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.5 µl	
HotStarTaq Master Mix Batch: _____	12.5 µl	
Primer name: KHV-Gray F (Yuasa) (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Primer Name: KHV-Gray R (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	95°C for 15 min	
40	94°C for 30 sec 63°C for 30 sec 72°C for 30 sec	Thermal cycler: _____
1	72°C for 7 min	Operator: _____
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
KHV-Gray F (Yuasa)	5'- GAC ACC ACA TCT GCA AGG AG -3'
KHV-Gray R	5'- GAC ACA TGT TAC AAT GGT CGC -3'

Protocolo detallado de PCR tradicional (Bercovier, 2005; OIE, 2016) para el diagnóstico del Herpes Virus de la Carpa Koi llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

OIE BERCOVIER KHV PCR – 409 bp amplicon Operator: _____ _____ Date _____ prepared: _____ _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.5 µl	
HotStarTaq Master Mix Batch: _____	12.5 µl	
Primer name: KHV-TKf (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Primer Name: KHV-TKr (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	95°C for 15 min	
40	95°C for 45 sec 55°C for 45 sec 72°C for 60 sec	Thermal cycler: _____
1	72°C for 7 min	Operator: _____
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
KHV-TKf	5'-GGG-TTA-CCT-GTA-CGA-G-3
KHV-TKr	5'-CAC-CCA-GTA-GAT-TAT-GC-3

Protocolo detallado de PCR cuantitativa (Gilad, 2004) para el diagnóstico del Herpes Virus de la Carpa Koi llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

KHV qPCR (78 bp)		
Operator: _____		
_____ Date prepared: _____		

Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	6.75 µl	
TaqMan Universal PCR Master Mix Batch: _____ Control Date: _____	12.5 µl	
Primer name: KHV-86f (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Primer Name: KHV-163r (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
TaqMan probe: KHV-109p (5 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____ Thermal cycler: _____ Operator: _____
1	50°C for 2 min	
1	95°C for 10 min	
45	95°C for 15 sec 60°C for 60 sec	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
KHV-86f	5'- GAC GCC GGA GAC CTT GTG -3'
KHV-163r	5'- CGG GTT CTT ATT TTT GTC CTT GTT -3'
Probe	
KHV Probe	5'- 6FAM CTT CCT CTG CTC GGC GAG CAC G TAMRA -3'

4.2.5.3. Langosta de roca (*P. homarus* y *P. argus*)

Todas las muestras de tejidos se preservaron en etanol al 95% para las pruebas de PCR (PCR normal, qPCR/PCR cuantitativa y PCR anidada). Debido a la necesidad de transporte aéreo de las muestras preservadas en etanol al 95% se tuvo que controlar el volumen de etanol de cada muestra, así como el volumen total de cada envío, siguiendo las restricciones de IATA en su “Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas, edición 56 en español, vigente a partir del primero de enero de 2015”. El material de disección utilizado durante el proceso de necropsia y recogida de muestras fue limpiado con agua y jabón y esterilizado con alcohol al 95% después del uso en cada espécimen. Todos los viales destinados al envío estaban esterilizados con anterioridad, teniendo en cuenta que los sistemas de diagnóstico son altamente sensibles y se debían evitar las contaminaciones cruzadas.

Se enviaron muestras de branquias y del epitelio cuticular (por ejemplo, los pleópodos) de cada espécimen de talla superior a 4 cm, y el espécimen completo en el caso de animales de talla inferior a 4 cm. Los métodos de diagnóstico empleados fueron los siguientes (Sritunyalucksana, 2006):

- Síndrome de la mancha blanca, WSSV: PCR cuantitativa.

4.2.5.3.1. Síndrome de la mancha blanca

Protocolo detallado para el diagnóstico por PCR cuantitativa (Sritunyalucksana, 2006) del virus del Síndrome de la Mancha Blanca llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

CSIRO WSSV qPCR – Fast protocol (77 bp) Operator: _____ _____ Date prepared: _____ _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	6.75 µl	
TaqMan Fast Universal PCR Master Mix Batch: _____ Control Date: _____	12.5 µl	
Primer name: WSSV-F (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Primer Name: WSSV-R (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
TaqMan probe: WSSV probe (5 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Date run: _____		
Cycles	Conditions	
1	95°C for 20 sec	Thermal _____ cycler: _____
45	95°C for 3 sec 60°C for 30 sec	
Operator: _____		

Secuencias del cebador:

Primer	Sequence
WSSV-F	5' - CCG ACG CCA AGG GAA CT -3'
WSSV-R	5' - TTC AGA TTC GTT ACC GTT TCC A -3'
Probe	
WSSV probe	5' - 6FAM CGC TTC AGC CAT GCC AGC CG TAMRA -3'

4.2.5.4. Cangrejo de manglar (*S. serrata*)

Todas las muestras de tejidos se preservaron en etanol al 95% para las pruebas de PCR (PCR normal, qPCR/PCR cuantitativa y PCR anidada). Debido a la necesidad de transporte aéreo de las muestras preservadas en etanol al 95% se tuvo que controlar el volumen de etanol de cada muestra, así como el volumen total de cada envío, siguiendo las restricciones de IATA en su “Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas, edición 56 en español, vigente a partir del primero de enero de 2015”. El material de disección utilizado durante el proceso de necropsia y recogida de muestras fue limpiado con agua y jabón y esterilizado con alcohol al 95% después del uso en cada espécimen. Todos los viales destinados al envío estaban esterilizados con anterioridad, teniendo en cuenta que los sistemas de diagnóstico son altamente sensibles y se debían evitar las contaminaciones cruzadas.

Se enviaron muestras de branquias y del epitelio cuticular (pleópodos) de cada espécimen de talla superior a 4 cm, y el espécimen completo en el caso de animales de talla inferior a 4 cm. El método de diagnóstico empleado fue el siguiente:

- Síndrome de la mancha blanca, WSSV: PCR cuantitativa.

4.2.5.4.1. Síndrome de la mancha blanca

Protocolo detallado para el diagnóstico por PCR cuantitativa (Sritunyalucksana, 2006) del virus del Síndrome de la Mancha Blanca llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

CSIRO WSSV qPCR – Fast protocol (77 bp) Operator: _____ _____ Date prepared: _____ _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	6.75 µl	
TaqMan Fast Universal PCR Master Mix Batch: _____ Control Date: _____	12.5 µl	
Primer name: WSSV-F (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Primer Name: WSSV-R (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
TaqMan probe: WSSV probe (5 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Date run: _____		
Cycles	Conditions	
1	95°C for 20 sec	Thermal _____ cycler: _____
45	95°C for 3 sec 60°C for 30 sec	
Operator: _____		

Secuencias del cebador:

Primer	Sequence
WSSV-F	5' - CCG ACG CCA AGG GAA CT -3'
WSSV-R	5' - TTC AGA TTC GTT ACC GTT TCC A -3'
Probe	
WSSV probe	5' - 6FAM CGC TTC AGC CAT GCC AGC CG TAMRA -3'

4.2.5.5. Camarón de agua salada (*P. monodon*)

Todas las muestras de tejidos se preservaron en etanol al 95% para las pruebas de PCR (PCR normal, qPCR/PCR cuantitativa y PCR anidada). Debido a la necesidad de transporte aéreo de las muestras preservadas en etanol al 95% se tuvo que controlar el volumen de etanol de cada muestra, así como el volumen total de cada envío, siguiendo las restricciones de IATA en su “Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas, edición 56 en español, vigente a partir del primero de enero de 2015”. El material de disección utilizado durante el proceso de necropsia y recogida de muestras fue limpiado con agua y jabón y esterilizado con alcohol al 95% después del uso en cada espécimen. Todos los viales destinados al envío estaban esterilizados con anterioridad, teniendo en cuenta que los sistemas de diagnóstico son altamente sensibles y se debían evitar las contaminaciones cruzadas.

Se enviaron muestras de branquias y del epitelio cuticular (pleópodos) de cada espécimen de talla superior a 4 cm, y el espécimen completo en el caso de animales de talla inferior a 4 cm. Métodos de diagnóstico empleados:

- Necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa, IHHNV: PCR tradicional
- Síndrome de Taura, TSV: PCR cuantitativa
- Síndrome de la mancha blanca, WSSV: PCR cuantitativa.
- Síndrome de la cabeza amarilla, YHDV: PCR anidada
- Mionecrosis infecciosa, IMN: PCR cuantitativa
- Hepatopancreatitis necrotizante, NHP: PCR cuantitativa

4.2.5.5.1. Necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa

Protocolo detallado (OIE, 2015; Tang, 2007) para el diagnóstico del virus causante de la Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infecciosa llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

OIE IHHNV 309 PCR – 309 bp amplicon		
Operator: _____		
Date prepared: _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.5 µl	
HotStarTaq Master Mix Batch: _____	12.5 µl	
Primer name: IHHNV309F (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Primer Name: IHHNV309R (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	95°C for 15 min	
35	94°C for 30 sec 55°C for 30 sec 72°C for 90 sec	Thermal cycler: _____
1	72°C for 7 min	Operator: _____
Hold	4°C	

Secuencias del cebador:

Primer	Sequence
IHHNV309F	5'-TCC-AAC-ACT-TAG-TCA-AAA-CCA-A -3'
IHHNV309R	5'-TGT-CTG-CTA-CGA-TGA-TTA-TCC-A -3'

4.2.5.5.2. Síndrome de Taura

Protocolo detallado para el diagnóstico (OIE, 2012) del virus responsable del Síndrome de Taura por PCR cuantitativa llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

OIE TSV RT-qPCR (72 bp)		
Operator: _____		
_____ Date prepared: _____		

Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	5.75 µl	
2× AgPath-ID One-step RT-PCR Buffer Batch: _____	12.5 µl	
25 × RT-PCR Enzyme Mix Batch: _____	1 µl	
Primer name: TSV 1004F (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Primer Name: TSV 1075R (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
TaqMan probe: TSV-P1 (5 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	48°C for 30 min	
1	95°C for 10 min	Thermal cycler: _____
45	95°C for 15 sec 60°C for 60 sec	
Operator: _____		

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
TSV 1004F	5'- TTG GGC ACC AAA CGA CAT T -3'
TSV 1075R	5'- GGG AGC TTA AAC TGG ACA CAC TGT -3'
Probe	
TSV-P1	5'- 6FAM CAG CAC TGA CGC ACA ATA TTC GAG CAT C TAMRA -3'

4.2.5.5.3. Síndrome de la mancha blanca

Protocolo detallado para el diagnóstico por PCR cuantitativa (Sritunyalucksana, 2006) del virus del Síndrome de la Mancha Blanca llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

CSIRO WSSV qPCR – Fast protocol (77 bp) Operator: _____ _____ Date prepared: _____ _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	6.75 µl	
TaqMan Fast Universal PCR Master Mix Batch: _____ Control Date: _____	12.5 µl	
Primer name: WSSV-F (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Primer Name: WSSV-R (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
TaqMan probe: WSSV probe (5 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Date run: _____		
Cycles	Conditions	
1	95°C for 20 sec	Thermal cycler: _____
45	95°C for 3 sec 60°C for 30 sec	
Operator: _____		

Secuencias del cebador:

Primer	Sequence
WSSV-F	5'- CCG ACG CCA AGG GAA CT -3'
WSSV-R	5'- TTC AGA TTC GTT ACC GTT TCC A -3'
Probe	
WSSV probe	5'- 6FAM CGC TTC AGC CAT GCC AGC CG TAMRA - 3'

4.2.5.5.4. Síndrome de la cabeza amarilla

Protocolo detallado para el diagnóstico del conjunto de virus responsables del Síndrome de la Cabeza Amarilla, por PCR cuantitativa (OIE, 2012) llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

OIE YHV Protocol 3 PRIMARY RT-PCR – 358 bp amplicon		
Operator: _____ Date prepared: _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.0 µl	
2 × Reaction Mix Batch: _____	12.5 µl	
SuperScript III/Platinum Taq Mix Batch: _____	1.0 µl	
Primer name: YHV YC-F1a (18 µM) Batch: _____	0.125 µl	
Primer name: YHV YC-F1b (18 µM) Batch: _____	0.125 µl	
Primer name: YHV YC-R1a (18 µM) Batch: _____	0.125 µl	
Primer name: YHV YC-R1b (18 µM) Batch: _____	0.125 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run:
1	50°C for 55 min	
1	95°C for 2 min	Thermal cycler: _____
35	94°C for 45 sec 60°C for 45 sec 68°C for 45 sec	
Operator:		
1	68°C for 7 min	
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
YHV YC-F1a	5'-ATC-GTC-GTC-AGC-TAC-CGC-AAT-ACT-GC-3'
YHV YC-F1b	5'-ATC-GTC-GTC-AGY-TAY-CGT-AAC-ACC-GC-3'
YHV YC-R1a	5'-TCT-TCR-CGT-GTG-AAC-ACY-TTC-TTR-GC-3'
YHV YC-R1b	5'-TCT-GCG-TGG-GTG-AAC-ACC-TTC-TTG-GC-3'

**OIE YHV Protocol 3
NESTED PCR – 146 bp
amplicon**

Operator: _____
_____ Date prepared:

Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.5 µl	
HotStarTaq Master Mix Batch: _____	12.5 µl	
Primer name: YHV YC-F2a (18 µM) Batch: _____	0.25 µl	
Primer name: YHV YC-F2b (18 µM) Batch: _____	0.25 µl	
Primer name: YHV YC-R2a (18 µM) Batch: _____	0.25 µl	
Primer Name: YHV YC-R2b (18 µM) Batch: _____	0.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	95°C for 15 min	
35	94°C for 45 sec 60°C for 45 sec 72°C for 45 sec	Thermal cycler: _____
1	72°C for 7 min	Operator: _____
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
YHV YC-F2a	5'-CGC-TTC-CAA-TGT-ATC-TGY-ATG-CAC-CA-3'
YHV YC-F2b	5'-CGC-TTY-CAR-TGT-ATC-TGC-ATG-CAC-CA-3'
YHV YC-R2a	5'-RTC-DGT-GTA-CAT-GTT-TGA-GAG-TTT-GTT-3'
YHV YC-R2b	5'-GTC-AGT-GTA-CAT-ATT-GGA-GAG-TTT-RTT-3'

4.2.5.5.5. Mionecrosis infecciosa

Protocolo detallado para el diagnóstico del virus responsable de la Mionecrosis Infecciosa, por PCR cuantitativa (OIE, 2012) llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

OIE IMNV RT-qPCR – 134bp Operator: _____ _____ Date _____ prepared: _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	5.75 µl	
2× AgPath-ID One-step RT-PCR Master Mix Batch: _____	12.5 µl	
25 × RT-PCR Enzyme Mix Batch: _____	1 µl	
Primer name: OIE IMNV-412F Microstores: _____ _____	1.25 µl	
Primer Name: OIE IMNV-545R Microstores: _____ _____	1.25 µl	
TaqMan probe: OIE IMNV-p1 Microstores: _____ _____	1.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	48°C for 30 minutes	
1	95°C for 10 minutes	Thermal cycler: _____
45	95°C for 15 seconds 60°C for 60 seconds	
Operator: _____		

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
OIE IMNV-412F	GGACCTATCATACATAGCGTTGCA
OIE IMNV-545R	AACCCATATCTATTGTCGCTGGAT
Probe	
OIE IMNV-p1	6FAM-CCACCTTTACTTTCAATACTACATCATCCCCGG-TAMRA

4.2.5.5.6. Hepatopancreatitis necrotizante

Protocolo detallado para el diagnóstico del virus responsable de la Hepatopancreatitis Necrotizante, por PCR cuantitativa (Crane, 2006; Mohr, 2015) llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

CSIRO <i>Megalocytivirus</i> qPCR (125 bp) Operator: _____ Date prepared: _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	5.99 µl	
TaqMan Universal PCR Master Mix Batch: _____ Control Date: _____	12.5 µl	
Primer name: RSIV RT F (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Primer Name: RSIV RT R (18 µM) Batch: _____	1.25 µl	
TaqMan probe: RSIV Real Time Probe (5 µM) Batch: _____	1.25 µl	
Primer name: 18S Forward (20 µM) Batch: _____	0.125 µl	
Primer Name: 18S Reverse (20 µM) Batch: _____	0.125 µl	
TaqMan probe: 18S VIC probe (5 µM) Batch: _____	0.51 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____ Thermal _____ cycler: _____ Operator: _____
1	50°C for 2 min	
1	95°C for 10 min	
45	95°C for 15 sec 60°C for 60 sec	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
RSIV RT F	5'- TGA CCA GCG AGT TCC TTG ACT T -3
RSIV RT R	5'- CAT AGT CTG ACC GTT GGT GAT ACC -3'
Probe	
RSIV Probe	5'- 6FAM AAC GCC TGC ATG ATG CCT GGC TAMRA -3'

TaqMan® Ribosomal RNA Control Reagents (Applied Biosystems Cat # 4308329)

Primer	Sequence
18S Forward	5'-CGG CTA CCA CAT CCA AGG AA-3'
18S Reverse	5'-GCT GGA ATT ACC GCG GCT -3'
Probe	
18S VIC probe	5'-VIC TGC TGG CAC CAG ACT TGC CCT C TAMRA -3'

4.2.5.6. Barramundi (*L. calcarifer*)

Todas las muestras de tejidos se preservaron en etanol al 95% para las pruebas de PCR (PCR normal, qPCR/PCR cuantitativa y PCR anidada). Debido a la necesidad de transporte aéreo de las muestras preservadas en etanol al 95% se tuvo que controlar el volumen de etanol de cada muestra, así como el volumen total de cada envío, siguiendo las restricciones de IATA en su “Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas, edición 56 en español, vigente a partir del primero de enero de 2015”. El material de disección utilizado durante el proceso de necropsia y recogida de muestras fue limpiado con agua y jabón y esterilizado con alcohol al 95% después del uso en cada espécimen. Todos los viales destinados al envío estaban esterilizados con anterioridad, teniendo en cuenta que los sistemas de diagnóstico son altamente sensibles y se debían evitar las contaminaciones cruzadas.

Se enviaron muestras de bazo y riñón de cada espécimen de talla superior a 4cm, y el espécimen completo en el caso de animales de talla inferior a 4cm. Métodos de diagnóstico empleados:

- Enfermedad del Virus de la Dorada Japonesa, RSIVD: PCR cuantitativa.
- Síndrome Ulcerativo Epizoótico, EUS: PCR tradicional

4.2.5.6.1. Virus de la dorada japonesa

Protocolo detallado para el diagnóstico del Virus de la Dorada Japonesa (Kurita, 2012) llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la: realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

Kurita RSIV, ISKNV and TRBIV PCR – 777 bp amplicon Operator: _____ _____ Date _____ prepared: _____ _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.5 µl	
HotStarTaq Master Mix Batch: _____	12.5 µl	
Primer name: MCP-uni332-F3 (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Primer Name: MCP-uni1108-R8 (18 µM) Batch: _____	0.5 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	95°C for 15 min	
35 cycles	94°C for 30 sec 58°C for 60 sec 72°C for 60 sec	Thermal cycler: _____
1	72°C for 7 min	Operator: _____
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
MCP-uni332-F3	5'- AGG TGT CGG TGT CAT TAA CGA CCT G -3'
MCP-uni1108-R8	5'- TCT CAG GCA TGC TGG GCG CAA AG-3'

4.2.5.6.2. Síndrome Ulcerativo Epizoótico

Para la PCR, el ADN se extrae de 25 mg de tejido tomado del borde delantero de la lesión usyo el kit de mini tejido de ADN de la planta DNeasy (Qiagen).

4.2.5.7. Chano o milkfish (*C. chano*)

Todas las muestras de tejidos se preservaron en etanol al 95% para las pruebas de PCR (PCR normal, qPCR/PCR cuantitativa y PCR anidada). Debido a la necesidad de transporte aéreo de las muestras preservadas en etanol al 95% se tuvo que controlar el volumen de etanol de cada muestra, así como el volumen total de cada envío, siguiendo las restricciones de IATA en su “Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas, edición 56 en español, vigente a partir del primero de enero de 2015”. El material de disección utilizado durante el proceso de necropsia y recogida de muestras fue limpiado con agua y jabón y esterilizado con alcohol al 95% después del uso en cada espécimen. Todos los viales destinados al envío estaban esterilizados con anterioridad, teniendo en cuenta que los sistemas de diagnóstico son altamente sensibles y se debían evitar las contaminaciones cruzadas.

Se enviaron muestras de bazo y riñón de cada espécimen de talla superior a 4cm, y el espécimen completo en el caso de animales de talla inferior a 4cm. Método de diagnóstico empleado:

- Síndrome ulcerativo epizoótico, EUS: PCR tradicional (OIE, 2012).

4.2.5.7.1. Síndrome Ulcerativo Epizoótico

Para la PCR, el ADN se extrae de 25 mg de tejido tomado del borde delantero de la lesión usyo el kit de mini tejido de ADN de la planta DNeasy (Qiagen).

4.2.5.8. Camarón de agua dulce (*M. rosenbergii*)

Todas las muestras de tejidos se preservaron en etanol al 95% para las pruebas de PCR (PCR normal, qPCR/PCR cuantitativa y PCR anidada). Debido a la necesidad de transporte aéreo de las muestras preservadas en etanol al 95% se tuvo que controlar el volumen de etanol de cada muestra, así como el volumen total de cada envío, siguiendo las restricciones de IATA en su “Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas, edición 56 en español, vigente a partir del primero de enero de 2015”. El material de disección utilizado durante el proceso de necropsia y recogida de muestras fue limpiado con agua y jabón y esterilizado con alcohol al 95% después del uso en cada espécimen. Todos los viales destinados al envío estaban esterilizados con anterioridad, teniendo en cuenta que los sistemas de diagnóstico son altamente sensibles y se debían evitar las contaminaciones cruzadas.

Se enviaron muestras de pleópodos de cada espécimen de talla superior a 4 cm, y el espécimen completo en el caso de animales de talla inferior a 4 cm. Método de diagnóstico empleado.

4.2.5.8.1. Enfermedad de la Cola Blanca

- Enfermedad de la Cola Blanca, WTDV: PCR anidada (OIE, 2012) llevado a cabo por el laboratorio acreditado de la OIE encargado de la realización de los análisis: CSIRO AAH – Laboratorio de sanidad animal de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth.

OIE <i>MrNV</i> PRIMARY RT-PCR – 425 bp amplicon		
Operator: _____		
Date _____ prepared: _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.0 µl	
2 × Reaction Mix Batch: _____	12.5 µl	
SuperScript III/Platinum Taq Mix Batch: _____	1.0 µl	
Primer name: <i>MrNV</i> F1 (18 µM) Batch: _____	0.25 µl	
Primer Name: <i>MrNV</i> R1 (18 µM) Batch: _____	0.25 µl	
Total volume	23 µl	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	52°C for 30 min	
1	95°C for 2 min	Thermal cycler: _____
30	94°C for 45 sec 55°C for 45 sec 68°C for 45 sec	
Operator: _____		
1	68°C for 7 min	
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
<i>MrNV</i> F1	5'- GCG TTA TAG ATG GCA CAA GG -3'
<i>MrNV</i> R1	5'- AGC TGT GAA ACT TCC ACT GG -3'

OIE MrNV NESTED PCR – 205 bp amplicon		
Operator: _____		
Date prepared: _____		
Reagent	Volume for 1 rxn	Volume for rxns
Water Batch: _____	9.5 μ l	
HotStarTaq Master Mix Batch: _____	12.5 μ l	
Primer name: MrNV F2 (18 μ M) Batch: _____	0.5 μ l	
Primer Name: MrNV R2 (18 μ M) Batch: _____	0.5 μ l	
Total volume	23 μ l	
Thermal Cycler Program	Run Details	
Cycles	Conditions	Date run: _____
1	95°C for 15 min	
30	94°C for 60 sec 55°C for 60 sec 72°C for 60 sec	Thermal cycler: _____
1	72°C for 7 min	Operator: _____
Hold	4°C	

Secuencias de cebador:

Primer	Sequence
MrNV F2	5' - GAT GAC CCC AAC GTT ATC CT -3'
MrNV R2	5' - GTG TAG TCA CTT GCA AGA GG -3'

RESULTADOS

5. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de cada una de las dos evaluaciones llevadas a cabo en la presente tesis, la evaluación del sector acuícola y la evaluación del estado sanitario de las poblaciones de cultivo existentes en el país, que fueron determinadas a través de la primera evaluación. Se trata de las dos etapas imprescindibles y necesarias para comprender la realidad del sector en el país.

5.1. Resultados de la evaluación general del sector acuícola en el país

La evaluación general del sector acuícola en el país que ha sido llevada a cabo durante los años 2012-2015, siendo un requisito fundamental para poder llevar a cabo la segunda parte del estudio, que es la evaluación del estado sanitario de las principales especies de cultivo en el país. Era imposible desarrollar un protocolo coherente de evaluación del estado sanitario del sector sin conocer de manera clara y precisa la estructura y características del sector de la acuicultura de antemano (OIE, 2016). Dado que las instituciones a cargo de los sectores de la pesca y de la acuicultura en el país no contaban ni cuentan con los recursos humanos, técnicos y financieros para llevar a cabo estos dos estudios, se solicitó ayuda técnica a las organizaciones SPC y FAO para llevar a cabo estas dos evaluaciones (Anexo 3). Los datos recopilados a través de las numerosas visitas de campo, reuniones grupales, encuestas a productores, instituciones y organizaciones relevantes para el sector han dado como fruto una gran cantidad de datos, que, si bien pueden parecer algo básicos y no muy detallados, proporcionan por primera vez una imagen clara y precisa del sector en la actualidad. Posteriormente se podrán desarrollar más estudios con la base de la presente tesis doctoral para profundizar en los diferentes aspectos productivos del sector.

A continuación, en las secciones 5.1.1 a 5.1.11, se presentan los datos detallados por especie productiva. La compilación de resultados cualitativos como sitios de producción, sistema productivo y tendencias de futuro según las autoridades a cargo del sector se proporcionan en la sección 5.1.12. La compilación de datos productivos en valor (USD) y en volumen (Tm) se detallan en las secciones 5.1.13 y 5.1.14 respectivamente. Por último, los resultados de las encuestas y reuniones grupales con otros actores involucrados en el sector de la acuicultura y los resultados de la encuesta nacional sobre el estado de los recursos genéticos de uso en acuicultura (teniendo en cuenta las diferentes estrategias de uso, conservación y desarrollo) se presentan en las secciones 5.1.15 y 5.1.16 respectivamente.

Como resumen de los principales resultados de la evaluación general del sector acuícola se ha podido determinar que existen 11 especies acuáticas actualmente en producción, siendo 4 de ellas de agua dulce, 4 de ellas de agua salada y 3 de ellas de agua salobre. De estas 11 especies, 8 de ellas son exóticas y han sido introducidas desde países vecinos como Australia, Nueva Zelandia, China, Islas Salomón, Indonesia y Filipinas (FAO DIAS), y solamente 3 de ellas son nativas (FAO DIAS). Estas 11 especies acuáticas se cultivan en 20 de las 22 provincias del país, con una distribución de producción muy variable y principalmente focalizada en la producción de especies de agua dulce en las provincias de las tierras altas y tierras medias del país. La producción de las especies de agua dulce Tilapia del Nilo y Carpa Común, suponen más del 80% de la producción en valor (USD) y en volumen (Tm) en el país con respecto al total (Tabla 21).

Esto demuestra que las especies de reciente introducción (en el caso de las nuevas especies de cultivo exóticas) y/o domesticación (en el caso de las nuevas especies de cultivo nativas domesticadas, considero especie domesticada aquella en la que alguna de las fases del ciclo productivo ha sido controlado artificialmente) y, por ende, reciente cultivo (principalmente las especies de agua marina y salobre), suponen todavía un porcentaje muy bajo dentro de la producción acuícola total del país, con la excepción de las macroalgas rojas (Tablas 20 y 21).

Con respecto a los sistemas productivos, todas las especies se cultivan en sistemas extensivos y semi-extensivos (Davlin, 1991; Girampsy, 2010). No se han desarrollado por el momento sistemas de producción de alta intensificación en el país (Pullin, 1997; Smith, 2007), a pesar de que algunos de los actores implicados en el sector, como las asociaciones de productores de Carpa Común y Tilapia del

Nilo, han mostrado su interés en las encuestas realizadas por sistemas intensivos de recirculación (RAS) y por sistemas productivos de acuaponia, como alternativas a la producción extensiva y con el objetivo de disminuir la dependencia sobre los recursos hídricos (Esch, 1980; Smith, 2007).

Con respecto a los sistemas extensivos, se consideran sistemas extensivos aquellos que presentan una densidad de cultivo relativamente baja, unos ciclos de engorde comparativamente largos y en los que se lleva a cabo una suplementación alimentaria limitada (Davlin, 1991). Los sistemas de producción más utilizados en las especies de agua dulce son los estanques de tierra de entre 50-250 m², los estanques de cemento de entre 50-150 m² y las jaulas flotantes de entre 150-400 m³, situadas en cuerpos de agua dulce como lagos naturales y pantanos artificiales. Los sistemas de producción más utilizados en las especies marinas son las jaulas flotantes construidas con materiales locales. En el caso de las especies de agua salobre los estanques de tierra inter-mareales situados en manglares son el sistema más extendido.

Dentro de las 11 especies acuáticas cultivadas solamente 3 de ellas obtienen la semilla para el cultivo a través de métodos inducidos o artificiales, y estas son: la trucha arco iris, la carpa común y la tilapia del Nilo. Las 8 especies restantes dependen de la colecta de semillas o juveniles del medio natural para llevar a cabo el proceso de engorde. Este hecho demuestra que los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura dependen de manera esencial de los recursos genéticos acuáticos de sus parientes silvestres que se encuentran en el medio natural (Ortega, 1995). Este es un factor clave de cara al uso sostenible de estos importantes recursos, ya que los programas de gestión y conservación de los recursos genéticos acuáticos existentes en el medio natural deben estar diseñados, implementados y supervisados teniendo en cuenta su fuerte impacto en el presente y el futuro del sector acuícola (Yreus, 1989; Klesius, 2006).

Con respecto a los datos productivos, la información del valor de la producción se presenta en dólares americanos (USD), y la información del volumen en Tm (Tm). Esta información se ha recopilado durante los años 2013, 2014 y 2015.

Se debe remarcar que esta ha sido la contribución más relevante de la presente tesis al sector acuícola global, ya que los datos actualizados de producción obtenidos gracias al trabajo de campo han sido validados por la Autoridad Nacional de Pesca del País y enviados a la FAO, que los actualizará en su base de datos Fishstat una vez que la tesis haya sido aprobada y publicada. Estos datos nos han permitido evaluar el importante rol de Papúa Nueva Guinea como principal productor acuícola dentro de la región del Pacífico Sur, tanto en volumen y valor de la producción, como en cuanto al número de personas y de granjas implicadas en el sector.

A continuación, se presenta información detallada sobre cada una de las 11 especies de cultivo en el país, incluyendo sus principales características de producción (Davlin, 1991).

5.1.1. Trucha arco iris

Como se ha citado en la sección 1 de la presente tesis, esta especie es exótica en Papúa Nueva Guinea y fue introducida en los años 50 a través de un programa de la FAO desde Australia y Nueva Zelya, donde era a su vez exótica también, proviniendo originariamente de los Estados Unidos de América (FAO, DIAS; SPC aquaculture portal). Se introdujo en las provincias de las tierras altas del país, donde la temperatura y calidad de agua podían permitir su desarrollo. Desde entonces esta especie ha sido cultivada de manera minoritaria pero constante por las comunidades de las tierras altas del país, para el consumo doméstico y la venta en los mercados locales (SPC, 2011). Existen dos centros de producción de semilla, uno de ellos privado y el otro público y gestionado por la Autoridad Nacional de Pesca, situados ambos en la provincia de Goroka (SPC aquaculture portal).

Además de las dos pequeñas estaciones de producción de semilla citadas anteriormente, la Autoridad Nacional de Pesca tenía identificadas de manera “no oficial” 3 granjas de engorde, situadas en las Provincias de Goroka y de Monte Hagen (NFA, Comunicación Personal). Como se detalla posteriormente, a través de la presente tesis se ha identificado que, en realidad, existen 40 granjas de engorde, todas ellas en producción extensiva y de pequeño tamaño. Estas 40 granjas extensivas emplean a unas 50 personas a tiempo parcial en la actividad productiva. A través del presente estudio se ha confirmado que solamente existen dos centros o laboratorios de producción de semilla, uno de ellos privado y el otro público.

El sistema de producción más utilizado es el cultivo en estanques de cemento (Figura 20) o de cemento y tierra combinado (los estanques combinados tienen los taludes contruidos en cemento y el fondo del estanque es de tierra). En dichos estanques el agua se vehicula por gravedad desde ríos o pequeños arroyos que se encuentran cerca de la granja, y es utilizada una sola vez para cada estanque. Posteriormente el efluente de los estanques de tierra o de cemento es eliminado en el mismo río o arroyo (Figura 21). La mayor parte de las granjas no cuentan con ningún sistema de filtración mecánica o química ni a la entrada ni a la salida del agua. Los estanques varían de tamaño, desde los 50 a los 250 m². En determinadas granjas, algunas de las etapas productivas iniciales son llevadas a cabo en tanques de acero galvanizado procedente de construcciones.

Figura 20. Estanque de cemento y tierra combinado en una jaula de engorde en la Provincia de las Tierras Altas (ciudad de Monte Hagen)



La densidad de cultivo es relativamente baja, siendo la tendencia más habitual:

- 30-40 alevines/m²
- 10-20 juveniles/m²
- 1-2 adultos/m²



Figura 21. Estanque de cría de alevines en la estación de producción de semilla privada situada en la provincia de Goroka.

La alimentación se lleva a cabo 1-2 veces al día (Figura 22), utilizo residuos vegetales y animales de la granja, en algunos casos compostados, acompañados de una pequeña cantidad de alimento granulado (no extruido) de tilapia o de gallina, provenientes de proveedores locales. No existen en el país alimentos granulados o extruidos destinados a la trucha arco iris ni a ninguna otra especie de cultivo acuícola, aparte de la tilapia del Nilo (NFA, Jacob Wani Comunicación Personal).



Figura 22. Protocolo de alimentación de uno de los estanques en la provincia de Goroka.

Ninguna de las granjas de engorde ni de producción de semilla está registradas dentro del sistema de censo de actividades agrícolas del Ministerio de agricultura, por lo que el Gobierno no cuenta con datos productivos de ningún tipo con respecto a esta especie (ni de producción de especímenes de talla comercial ni de producción de semilla).

Las granjas suelen pertenecer a una familia, que es la que realiza todas las tareas de manejo, alimentación, triaje, cosecha y comercialización en los mercados locales (Figuras 23 y 24).

En la actualidad ninguna de las granjas, ni siquiera a través de intermediarios, llevan a cabo actividades de transformación. No se realiza ninguna actividad de exportación. Toda la venta se lleva a cabo dentro de las propias provincias de producción.

La semilla procede en su totalidad de los centros de producción de semilla locales, no se realizan, por lo tanto, importaciones de semilla de fuera del país. No existe ningún plan de gestión de producción ni de selección genética de semilla.

En el estudio se han identificado un total de 40 granjas de engorde y dos centros de producción de semilla, como se ha mencionado anteriormente. Se han identificado 50 familias implicadas en esta actividad, con un total de 250 personas trabajajo en esta especie en las granjas de engorde y de producción de semilla. Estas granjas están distribuidas en las tres provincias de las “Highlys”. Los datos productivos en valor y en volumen para los años 2013, 2014 y 2015 se detallan en los siguientes apartados.

Figuras 23 y 24. Granja de engorde en la provincia de Goroka





5.1.2. Tilapia del Nilo

La tilapia del Nilo es una especie exótica en Papúa Nueva Guinea que fue introducida a lo largo de los años 60 y 70 desde varios países asiáticos como Filipinas, Indonesia y Vietnam. No se tiene datos detallados del número y fecha de introducción de las diferentes variedades de esta especie existentes en el país, e incluso la base de datos sobre especies acuáticas introducidas de la FAO (DIAS – *Database on aquatic species introductions*, link: <http://www.fao.org/fishery/dias/en>) no contiene dato alguno sobre la introducción de la especie en el Papúa Nueva Guinea. Se presentan a continuación los únicos datos presentes en DIAS para Papúa Nueva Guinea y para el género *Oreochromis* (FAO DIAS):

Oreochromis mossambicus - from Malaysia to Papúa New Guinea
Database on Introductions of Aquatic Species

Tilapia rendalli - from United Kingdom to Papúa New Guinea
Database on Introductions of Aquatic Species

Actualmente, y desde hace más de 10 años, es la especie con mayor producción en valor (USD) y en volumen (Tm) en el país debido a numerosos factores que han facilitado su cultivo y su distribución en las provincias de las tierras medias del interior de Papúa (Pullin, 1997).

Algunas de estas características, comunes para otros muchos países de clima tropical son (Ortega, 1995): (1) es una especie de fácil domesticación; (2) tiene unas tasas de supervivencia y crecimiento relativamente elevadas en sistemas extensivos y semi-extensivos; (3) es una especie omnívora y filtradora, lo que facilita la estrategia de alimentación enormemente; (5) la producción de semilla es muy sencilla y se puede llevar a cabo por los propios productores de engorde, a pesar de los problemas de consanguinidad que estas prácticas pueden acarrear; (6) tiene una gran aceptación en los mercados locales; y (7) se puede procesar de manera simple (fileteado, secado y ahumado, principalmente) por los propios productores, bien para el consumo doméstico o para su venta en los mercados locales (Davlin, 1989). Las técnicas de secado y ahumado hacen que el producto final sea de un valor relativamente alto y que se pueda conservar por un periodo de tiempo desde 2 semanas a 2 meses, dependiendo de las condiciones del procesado y de la estrategia de conservación posteriormente (Chapman, 1992; Pegna-Nieto, 2005; Toguyeni, 1997).

A través del presente estudio se han identificado 15000 granjas de engorde de pequeño y mediano tamaño (Figura 25). Se han registrado 10000 familias implicadas en el cultivo, con 22000 personas trabajando en las granjas a tiempo completo o parcial. Los datos de las granjas más relevantes se detallan en la Tabla 18. Trescientas de estas granjas de engorde se dedican a su vez a la producción de semilla de tilapia del Nilo, de manera privada y en la mayor parte de los casos, de manera informal o estacional. Además, existe un centro público de producción de semilla de tilapia del Nilo situado en el laboratorio de Aiyura, en la provincia de Goroka, que es el mismo laboratorio que se encarga de la producción de semilla de trucha arco iris. Las 15000 granjas de tilapia no están actualmente registradas en el sistema de licencias y registros del Ministerio de Agricultura, por lo que no existían datos de ningún tipo con respecto a esta actividad. También se desconocía su número exacto, ubicación, producción en volumen y en valor, número de personas trabajando en cada granja a tiempo completo o parcial, etc (NFA, Guideon Pama Comunicación Personal).

Tabla 18. Numero de granjas de engorde de tilapia del Nilo por provincia, teniendo en cuenta que no todas ellas han sido muestreadas

Provincia	Número estimado de zonas de producción de tilapia del Nilo	Granjas totales = zona de producción x 3 granjas/estanques de media en cada zona
Easter Highlys	1.500	4.500
Simbu	2.000	6.000
Western Highlys	1.000	3.000
Southern Highlys	180	540
Enga	200	600
Morobe	300	900
Medang	60	180
East Sepik	35	105
West Sepik	25	75
Oro	15	45
Milne Bay	5	15
Central	7	21
Gulf	20	60
Western	50	150
Bouganville	3	9
New Irely	3	9
East New Britain	20	60
West New Britain	12	36
Manus	3	9
Capital District	1	3
Total	5.439	16.317

Figura 25. Centro público de producción de semilla para acuicultura de agua dulce de Aiyura (Goroka)



El sistema de producción más utilizado es el cultivo en estanques de cemento o de cemento y tierra combinado (como en el caso anterior, los estanques combinados tienen los taludes construidos en cemento y el fondo del estanque es de tierra). El agua utilizada en los estanques procede de fuentes diversas dependiendo de la ubicación de la granja (Figura 26): en algunas de las granjas el agua utilizada es subterránea, en otras procede de ríos o arroyos cercanos y se vehicula al estanque por gravedad, y en otros casos procede de pozos domésticos situados cerca de la casa, desde donde se bombea el agua hasta el estanque. La tasa de renovación del agua en el estanque es muy baja, siendo menos de un 10% de renovación en la mayor parte de los casos. El efluente se elimina directamente al medio ambiente, y en el 90% de las granjas es utilizado como agua para el riego de los cultivos.



Figura 26. Estanque de tierra de cultivo de tilapia del Nilo en la Provincia de Goroka

La mayor parte de las granjas no cuentan con ningún sistema de filtración mecánica o química ni a la entrada ni a la salida del agua. Los estanques varían de tamaño, desde los 150 a los 250 m². En determinadas granjas, algunas de las etapas productivas iniciales son llevadas a cabo en tanques de acero galvanizado procedente de construcciones domésticas.

Existen 50 granjas en las que se realiza el cultivo en jaulas flotantes situadas en lagos y estanques y otros cuerpos de agua (Figuras 27 y 28). Las jaulas están construidas con materiales locales, como bambú, madera de eucalipto, etc. Se mantienen en flotación gracias al uso de bidones de gasóleo reciclados o planchas de corcho. El tamaño habitual de las jaulas flotantes es de 10-50 m³.

Las redes de las jaulas son redes de pesca adaptadas al tamaño de la jaula.

Figuras 27 y 28. Granja de cultivo de tilapia del Nilo en jaulas flotantes en la provincia de Goroka



Existen 30 granjas en las que se lleva a cabo un sistema de producción integrado o en policultivo, con el cultivo de tilapia del Nilo y carpa común o tilapia del Nilo y camarón de agua dulce. El objetivo principal de este tipo de sistemas integrados es el de optimizar el uso de los recursos, como tierra, agua, alimento y recursos humanos, a la vez que diversificar el producto de la granja (Pullin, 1997). En estos sistemas, tanto la carpa como el camarón de agua dulce son alimentados a base de alimento peletizado, y los desechos de estas dos especies ayudan a fertilizar el agua del estanque, aumentando los niveles de plancton, que son filtrados por la tilapia (Chapman, 1992). Se trata de un sistema productivo muy extendido en el Pacífico y en numerosos países asiáticos, para mejorar la eficiencia de los sistemas acuícolas de agua dulce. La FAO y la SPC han promovido durante más de 30 años este tipo de sistemas en policultivo o integrados, que permiten al productor tener un mayor margen de maniobra ante posibles eventualidades (Toguyeni, 2005).

Las estrategias de alimentación varían dependiendo del tamaño y grado de intensificación de la granja. Las granjas más extensivas (Figura 29), que cuentan con densidades de cultivo muy bajas (1-2 animales/m²), fertilizan el agua del estanque con subproductos vegetales y animales compostados, y en algunos casos, aportan una suplementación alimentaria mínima, a base de pellets para tilapia. Las granjas con cierto grado de intensificación (con densidades de cultivo de entre 15-30 animales/m²), alimentan 1-2 veces al día con alimentos peletizados para tilapia, procedentes del mercado local, y realizan una suplementación alimentaria con subproductos vegetales y animales domésticos.

Figura 29. Granja extensiva de tilapia del Nilo en la provincia de Goroka



La tasa de alimentación es variable y oscila entre 1-4% de la biomasa en el estanque. Se debe remarcar que todas las familias involucradas en el cultivo de tilapia se dedican también a actividades ganaderas y agrícolas de subsistencia, siendo la acuicultura una más de las actividades del hogar.

La talla final de producto es variable dependiendo del destino final, siendo de 50-1000 g si se va a vender en el mercado local, y entre 50-400 g si se va a consumir en la propia familia. La mayor parte de los productores mantienen el producto en los estanques hasta que los precios de mercado son relativamente altos (en la mayor parte de los casos esto sucede cuando hay déficit en las actividades de pesca de captura continental o costera), por lo que el tamaño comercial es relativamente variable. Como se ha comentado anteriormente, se realizan actividades de procesamiento relativamente simples, como el fileteado, el secado o el ahumado, por parte de los mismos productores. El procesamiento aumenta notablemente el valor y el periodo de conservación de los especímenes.

El problema principal del sub-sector de la tilapia, es la disminución de las tasas de crecimiento y de supervivencia en los últimos años, debido, principalmente, a las pobres estrategias de manejo y a los problemas de consanguinidad, debido a la no existencia de un plan de gestión y mejora genética por parte de la Autoridad Nacional de Pesca y de las Delegaciones de Pesca provinciales.

El presente estudio va a ser de gran utilidad para conocer la producción real de tilapia en valor y en volumen, el número de granjas implicadas en este cultivo y el número de personas trabajadoras en el mismo, así como su ubicación en las 20 provincias encuestadas.

5.1.3. Carpa común

La carpa común fue introducida en Papúa Nueva Guinea desde varios países asiáticos y desde Australia durante los años 50 y 60 a través de varios proyectos de la FAO. El único dato existente en la base de datos de la FAO sobre introducción de especies acuáticas (FAO DIAS) con respecto a la carpa común data del 1959 cuando se introdujo la especie desde Australia. Existen también datos de introducción de otras dos carpas “chinas”, la carpa de cabeza gorda (*Ctenopharyngodon idella*) y la carpa herbívora (*Hypophthalmichthys molitrix*), aunque estas dos especies no están presentes en el país actualmente (FAO DIAS). Se presentan a continuación los datos procedentes de DIAS FAO con respecto a las introducciones de carpas chinas en Papúa Nueva Guinea:

Ctenopharyngodon idella - from unknown to Papúa New Guinea
Database on Introductions of Aquatic Species

Cyprinus carpio carpio - from Australia to Papúa New Guinea
Database on Introductions of Aquatic Species

Hypophthalmichthys molitrix - from unknown to Papúa New Guinea
Database on Introductions of Aquatic Species

Desde su introducción en los años 50-60 el cultivo de carpa común se extendió levemente en las provincias continentales de las tierras altas y de las tierras medias del país (FAO, 1997), y el centro de producción de semilla para acuicultura continental de Aiyura comenzó a producir semilla de calidad en un laboratorio habilitado para tal efecto (HAQDEC, 1998).

La producción actual es relativamente baja y estable. No ha aumentado ni disminuido en los últimos años y a través del presente estudio se ha observado que el número de productores es también relativamente estable. Existen 50 granjas de engorde. Solamente hay un centro de producción de semilla, el anteriormente citado centro de Aiyura (Figuras 30 y 31), con 100 personas implicadas en el cultivo de esta especie a tiempo completo o parcial. Alrededor de 30 de estas 50 granjas realizan policultivo integrado con Tilapia del Nilo en estanques de tierra en las provincias de las tierras medias del país.

El cultivo se lleva a cabo en estanques de tierra de 100-300 m² (Figura 30). Por el momento, no se han puesto en marcha granjas de cultivo de carpa en estanques de cemento o en jaulas flotantes. El producto final tiene una talla de alrededor de 100-400 g, que se consume directamente en la familia o se vende

en el mercado local. Existen ciertas poblaciones en las que la carpa común es considerada un producto de alta calidad y es realmente apreciado. No se realizan actividades de procesado de ningún tipo en el caso de la carpa común, aunque alguno de los productores encuestados tiene interés en mejorar sus conocimientos a este respecto.

Otro de los puntos de interés es la mejora de los conocimientos sobre los sistemas de producción integrados con tilapia y con otras especies de carpas chinas, de cara a la diversificación de las especies de cultivo.

Figura 30. Granja de cultivo de carpa común en estanques de tierra en la provincia de Goroka



La densidad de cultivo varía de 2-10 animales/m² dependiendo de la intensidad del cultivo. La estrategia de alimentación más común es la aportación de alimento peletizado granulado para tilapia 1-2 veces al día, con valores de 0.5-1% de la biomasa en el estanque. Además, la mayor parte de las granjas realizan una suplementación alimentaria con subproductos vegetales y animales procedentes de otras actividades domésticas. Estos subproductos fertilizan el agua de cultivo, aumentando los niveles de fitoplancton y zooplancton, que serán filtrados posteriormente por las carpas.

Figura 31. Estanques de producción de alevines de carpa común en el centro de producción de semilla de Aiyura en la provincia de Goroka



5.1.3. Barramundi

La especie *Lates calcarifer*, *Asian seabass* o barramundi ha sido introducida a Papúa Nueva Guinea desde dos países: Australia y Tailandia (SPC, 2011). Se comenzó su cultivo en la década de los 2000 debido al interés en la especie que existía en Oceanía, Asia y las Islas de Pacífico (SPC, 2011). Es una especie de alto valor en todas las islas de Pacífico, y sobre todo en Australia, donde alcanza altos precios de mercado en determinadas épocas del año (Smith, 2000; Smith, 2007).

Es una especie de cultivo y reproducción relativamente sencilla, que se puede cultivar fácilmente en jaulas flotantes marinas y salobres (FAO aquatic species cultured factsheets, 2011).

Debido al interés mostrado por algunos inversores locales y extranjeros, la Autoridad Nacional de Pesca tomó la decisión de introducir reproductores y alevines de los dos países anteriormente citados para desarrollar su cultivo en la estación de maricultura o laboratorio de producción de semilla de especies marinas de la Provincia de Nueva Irlyá (Figura 32), situado en la ciudad de Kavieng (Figura 33). Actualmente se realiza la producción de semilla en esta instalación, a partir de reproductores introducidos desde Australia y desde Tailandia, y se lleva a cabo el engorde en jaulas marinas flotantes de pequeño tamaño, gestionadas por productores locales.

Figura 32. Juvenil de barramundi producido en la provincia de Nueva Irlya



Las jaulas están construidas con materiales locales como madera, bambú y, en algunos casos, con PVC. Las redes utilizadas son redes de pesca antiguas recicladas para tal uso, y el tamaño de las jaulas es de alrededor de 10-20 m³. Las jaulas se sitúan en bahías bien protegidas de corrientes y vientos, ambos fenómenos frecuentemente de gran intensidad, de las islas de la Provincia de Nueva Irlya, y son gestionadas en su totalidad por productores locales (Figuras 34 y 35).

Hasta el momento todo el producto se comercializa localmente, aunque el objetivo principal de estas explotaciones es la de exportar la mayor parte de la producción a Australia, Islas Salomón y otros países vecinos, una vez que se evalúe la situación sanitaria del stock de cultivo y se obtengan las autorizaciones pertinentes para su exportación. A su vez, Kavieng quiere ser reconocido como un centro de producción de semilla, que pueda ser exportada a otros países vecinos del Pacífico, que también tienen interés en el cultivo de esta especie, como Vanuatu y Fiji.

Figura 33. Estación de alevinaje de barramundi situado en la Provincia de Nueva Irlanda



Los especímenes se cultivan con densidades variables dependiendo de su tamaño:

- Inicialmente son cultivados en estanques de cemento dentro del laboratorio, con densidades de 50-60 animales/m². El aporte de agua se realiza a través de un circuito con filtración mecánica (filtro de arena y filtros de cartucho de 75-25-10 μ m).
- Una vez que alcanzan los 2-3 meses de edad son trasladados a las jaulas flotantes donde son engordados hasta que alcanzan la talla comercial con densidades que oscilan entre los 8-15 animales/m³.

La alimentación se realiza por el momento con alimento pelletizado para tilapia enriquecido con un pequeño porcentaje de aceite de pescado, procedente de la industria atunera local. Como se ha comentado con anterioridad no existe ninguna empresa que se dedique actualmente a la producción de alimento para acuicultura, aparte de la empresa que produce alimento para Tilapia del Nilo.

Figuras 34 y 35. Jaulas de engorde de barramundi y actividad de cosecha de barramundi respectivamente en la Provincia de Nueva Irlya



5.1.4. Chano o *milkfish*

La especie chano o *milkfish* (*Chano chano*) es una especie nativa o local en Papúa Nueva Guinea (Fishbase, 2016). Se cultiva solamente en una granja situada en la provincia de Port Moresby (Figura 36 y 37), utilizo estanques de aguas salobres localizados en el sur de dicha provincia. La semilla se recolecta del medio natural, ya que no existe por el momento ningún laboratorio dedicado a la reproducción y a la cría de larvas o alevines de esta especie. Es una especie de alto valor en el mercado local, ya que las comunidades locales consideran que tiene muy buen aspecto y muy buen sabor (NFA, Havini Mira, Comunicación Personal). Toda la producción de la granja se destina al mercado local situado en las cercanías de la granja (Figuras 36 y 37). La talla comercial es de alrededor de 300-350 g. Los alevines capturados del medio natural, de entorno a los 7-12 cm son cultivados en estanques de tierra de agua salobre de dimensiones variables, entre 100 y 300m², delimitados por un vallado tradicional. Anteriormente a la realización del presente estudio se desconocía por completo la existencia de esta granja, su producción en volumen y en valor, así como su ubicación exacta.

La densidad de cultivo es de 30-40 alevines/m², hasta que los especímenes alcanzan una talla de alrededor de 100 g, momento en el que son trasladados a estanques más gries donde son cultivados con una densidad de 2-3 animales/m². Se realiza una alimentación tradicional a base de subproductos agrícolas y ganaderos (compostados o no, dependiendo de la disponibilidad de tiempo del productor), que aumentan la cantidad de plancton en el agua del estanque, que es posteriormente consumido por el chano.

La granja cuenta con 10 personas trabajyo a tiempo completo o parcial, pudiendo aumentar en los periodos de cosecha o de tratamiento y limpieza de los estanques. Al ser una especie de alto valor en el país y en otros países vecinos, como Islas Salomón, Indonesia o Vanuatu, la empresa está consideryo las posibilidades de su expansión para cubrir el mercado local, así como abrirse a posibles mercados extranjeros.

Por este motivo el presente estudio ha sido de vital importancia para conocer el estado sanitario de los especímenes.

Figuras 36 y 37. Estanques de tierra de cultivo de chano o *milkfish* en la Provincia de Port Moresby



5.1.5. Camarón de agua dulce

La especie de camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* es nativa en Papúa Nueva Guinea (FAO aquatic species cultured factsheets, 2011), a pesar de la creencia local de que es exótica y fue introducida desde Malasia (NFA, Havini Mira, Comunicación Personal, 2016). Esta especie se encuentra de manera natural en ciertos cuerpos de agua y ríos de las tierras medias del interior del país (Sagom, 1995; Wani, 1990). Se consume de manera habitual por las comunidades de estas zonas, procedente de la pesca extractiva (Zwieten, 1990). Debido a la disminución de los stocks naturales, la autoridad nacional de pesca tomó la decisión en el año 2011 de iniciar la producción artificial de larvas de camarón de agua dulce en un pequeño laboratorio de acuicultura de agua dulce existente en la Universidad de Port Moresby (Figura 38).

El laboratorio fue remodelado y adaptado a la producción de esta especie durante los años 2011 y 2012, comenzyo realmente la producción y engorde de larvas a finales de 2012. El laboratorio está gestionado por la propia autoridad de pesca, por lo que es un ente público. El laboratorio distribuye las post-larvas de alrededor de 2-3 meses de edad a los productores interesados localizados en la provincia de Port Moresby y en las provincias de las tierras medias del país.

Figura 38. Espécimen adulto de camarón de agua dulce procedente de la provincia de Port Moresby



Estos productores de pequeña escala cultivan el camarón en estanques de tierra de tamaño variable (Figura 39), de entre 50 y 250 m². Existen actualmente 40 granjas de engorde de post-larva de camarón, que ocupan a un total de 60 personas a tiempo completo o parcial. En algunos casos el cultivo se realiza de manera integrada con Tilapia del Nilo y/o Carpa Común. Existen 20 granjas en las que se realiza este cultivo integrado. Las post-larvas se cultivan con una densidad inicial de cultivo de 20-30 animales/m², hasta que alcanzan los 5-6 meses de edad, cuyo son triadas y cultivadas a densidades mucho menores de 1-2 animales/m². Alcanzan la talla comercial de 300-500 g en alrededor de 8-10 meses, dependiendo de la época de la siembra y de las condiciones de cultivo.

Figura 39. Estanques de tierra con policultivo o cultivo integrado de camarón de agua dulce y otras especies (Tilapia del Nilo y Carpa Común) en la provincia de Port Moresby



Esta especie es alimentada con subproductos de otras actividades agrícolas y ganaderas, y en ciertos casos los estanques son suplementados con alimento peletizado para tilapia o para gallina. Se comercializan en el mercado local y también son consumidas por las propias familias, lo que contribuye enormemente a su seguridad alimentaria, sobre todo en zonas donde la pesca de captura continental y marina ha disminuido notablemente.

La especie tiene una gran proyección de futuro, debido al alto interés local y exterior, y a su fácil cultivo en condiciones relativamente poco intensivas. Por el momento la autoridad nacional de pesca no ha evaluado las posibilidades de exportación, ya que se desconocía el estatus sanitario de los reproductores y el stock de cultivo.

Otro de los aspectos que se están valorando dentro de la Autoridad Nacional de Pesca es la evaluación del estado sanitario del stock de cultivo con respecto a las enfermedades de declaración obligatoria de la OIE de cara a la exportación de reproductores SPF (*Specific Pathogen Free*), reproductores libres de patógenos, en el caso de que estén libres de la enfermedad de la cola blanca, ya que no existen muchos países en el mundo que estén libres actualmente de dicha enfermedad.

5.1.6. Camarón de agua salada

La especie *Penaeus monodon* o Camarón de Agua Salada es endémica o local en las aguas costeras de Papúa Nueva Guinea (Fishbase, 1996). Por lo tanto, no ha sido introducida de ningún país exterior, a diferencia de las especies de agua dulce (FAO cultured factsheets, 2011). Esta especie se cultiva desde hace 10 años en una sola granja situada en la provincia costera de Milne Bay, en la que se llevan a cabo una gran cantidad de actividades de acuicultura marina, como el cultivo de chano, el cultivo de alga roja, el cultivo de langosta, etc. Es la provincia costera con mejor acceso directo a la capital del país, Port Moresby (ADB, 2008). Debido a ello y a las buenas condiciones para el cultivo de especies marinas, es la provincia en la que se concentran actualmente una gran cantidad de actividades de iniciativa privada y actividades de investigación y pilotaje llevadas a cabo por la Autoridad Nacional de Pesca (Somare, 2004).

La granja tiene un total de 20 estanques de tierra de entorno a una hectárea cada uno, los taludes y el fondo del estanque son de tierra también (Figura 40). Los estanques se rellenan con agua de mar que entra a través de una canalización que se rellena con las mareas (estanques inter-mareales), y el efluente de los estanques es drenado a través de un sistema de desagüe tipo “monje”. El desagüe tipo «monje» es uno de los sistemas más antiguos y más comunes de desagüe de estanques. Consiste en una columna vertical cerrada con tablones de madera para regular el nivel del agua. El agua sale a través de una tubería sumergida bajo el dique. Una rejilla impide la salida de los peces que se encuentran en el estanque.

No todos los estanques están en producción a la vez en la granja, ya que los estanques que se han cosechado deben ser vaciados de lodos, tratados con cal y secados al sol durante un periodo de 1-2 meses. El ciclo productivo es de 6 meses aproximadamente para llegar a la talla comercial, que es de unos 35 g.

La granja emplea a 15 personas a tiempo completo o parcial a lo largo del año, aumentado este número a cerca de 20 en los periodos de cosecha o de tratamiento de estanques.

Los estanques tienen una profundidad de alrededor de 1-2 m, y la tasa de renovación de agua oscila entre el 10 y el 20% al día, principalmente debido a la evaporación. No se realizan tratamientos de aireación de manera rutinaria en los estanques de engorde, salvo en casos de bajadas marcadas de oxígeno en el estanque, debidas a cambios bruscos de temperatura o a altas densidades de cultivo. La aireación se lleva a cabo a través del uso de aireadores automáticos, como se puede observar en la figura a continuación.

Figura 40. Estanques de tierra con aireadores automáticos en la provincia de Milne Bay



La alimentación se lleva a cabo 1-2 veces al día, a mano. Se utilizan alimentos peletizados para tilapia o gallina, y en algunos casos la granja es capaz de comprar alimento peletizado para gamba procedente de Indonesia. Se alimenta entorno al 2% de la biomasa del estanque.

Se realiza un cosechado paulatino con triaje, según los animales van llegando a la talla mínima comercial de 35 g. En las épocas de alto consumo de camarón en el mercado doméstico, en las que el producto de pesca extractiva no es suficiente para cubrir la demanda, como son las navidades o la semana santa, la granja suele vender producto de tamaño medio y de gran tamaño o alta gama, con un precio superior.

No se lleva a cabo ninguna actividad de procesamiento por el momento.

Toda la producción de gamba o camarón (Figura 41) se destina al mercado local, donde se vende en supermercados, mercados y otras superficies en Port Moresby. No se está exportando ningún producto a países vecinos, debido, en primer lugar, a la falta de información acerca del estado sanitario de la granja. El camarón es un producto muy valorado en el ámbito local, y se suele comercializar fresco, aunque en determinados casos se congele, atendiendo a la demanda y a la disponibilidad de camarón procedente de pesca extractiva.

Figura 41. Especímenes de la granja de Milne Bay preparados para ser muestreados procedentes de la granja situada en la provincia de Milne Bay



Por este motivo, el presente estudio es de crucial importancia para determinar la posibilidad de exportación de camarón a países como Australia o Nueva Zelya, que están interesados en el producto, pero que no pueden aprobar la importación del mismo hasta que no exista una evaluación del estado sanitario de la granja que la sitúe como libre de las enfermedades de declaración obligatoria para la OIE.

5.1.7. Langosta de roca

Las dos especies de langosta de roca que son cultivadas en pequeña escala en Papúa Nueva Guinea son *Panulirus homarus* y *Panulirus argus*. Estas especies son nativas en el país, por lo que no han sido introducidas de ningún país exterior (Fishbase, 1996). Se trata de dos especies altamente carnívoras (FAO cultured factsheets, 2011).

Existe solamente una granja de cultivo de estas dos especies, de tamaño medio y totalmente privada, situada también en la provincia costera de Milne Bay (Figura 42).

La granja cuenta con una serie de 10 jaulas flotantes de 30 m³, elaboradas con materiales locales como el bambú y la madera. Las redes empleadas en las jaulas son redes de pesca adaptadas al tamaño de la zona de cultivo. Actualmente trabajan 5 personas en la granja, pudiendo aumentar hasta 10 personas en los periodos de triaje, cosecha y limpieza de redes.

Figura 42. Granja de langosta de roca en la provincia de Milne Bay



No existe por el momento ninguna instalación de producción de semilla, por lo que todos los juveniles de langosta que se engordan (de alrededor de 1-2 cm de tamaño) son recolectados del medio natural en la bahía donde se sitúa la granja de engorde, a través de dos sistemas principales de captura:

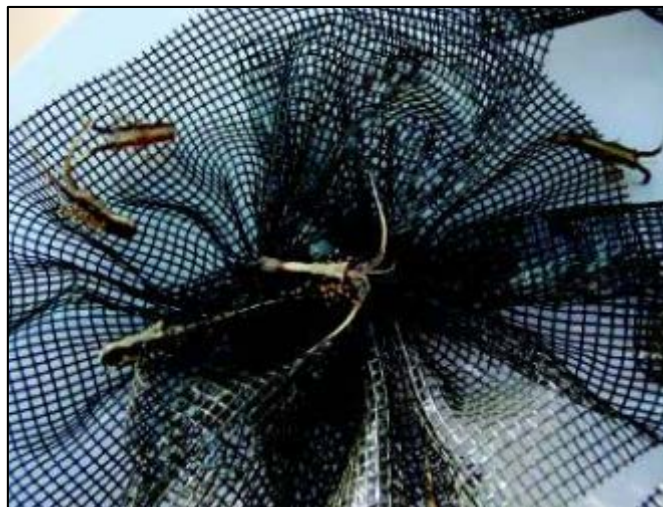
- Bastones de madera con pequeños agujeros que sirven para que los juveniles queden atrapados durante su migración en el agua (Figura 43).

Figura 43. Colectores en forma de bastón



- Redes de pesca cortadas en forma de abanico en los que los juveniles quedan atrapados durante su migración en el agua (Figura 44).

Figura 44. Colectores construidos con redes de pesca



Los periodos principales de captura son los meses de abril-julio, aunque esto es variable dependiendo de los patrones de lluvias y las temperaturas ambientales y del agua de cada año.

Una vez que el juvenil ha sido captado con los métodos anteriormente citados, se mantiene en pequeñas redes cubicas de 1 m³ (“hapas”), hasta que alcanza la talla de 10-20 g, en alrededor de 2-3 meses. Con la talla de 20 g, los juveniles son transferidos a las gries jaulas de engorde hasta que alcanzan la talla comercial, de unos 100-250 g, hasta 500-700 g dependiendo de las exigencias y de los precios de mercado. El periodo total de engorde oscila entre 6-10 meses, desde la captura de los juveniles del medio natural hasta la venta de los animales en el mercado local. Este periodo varía dependiendo de las temperaturas y condiciones del agua (oxígeno, salinidad, pH, etc.).

La densidad de cultivo varía dependiendo de la talla y de la edad de los especímenes, siendo de 30-40 animales/m² dentro de las “hapas” y de 2-3 animales adultos/m² durante el periodo de engorde (Figuras 45, 46 y 47), aunque se debe tener en cuenta que estas densidades de cultivo aproximadas son variables dependiendo de la disponibilidad de zona de cultivo.

El alimento que se aporta a los animales se fabrica en la propia granja mezclado varios ingredientes locales, como harina de pescado, aceite de pescado (derivados estos dos productos de la industria atunera existente en Papúa Nueva Guinea), mezclado con harina de tapioca, taro y cassava. Cuyo los animales alcanzan una talla de alrededor de 300 g comienzan a ser alimentados exclusivamente con desechos de la industria atunera.

La alimentación se lleva a cabo 1-2 veces al día, aportando un 3-4% de la biomasa de la jaula.

Figura 45. “Hapas” de cultivo de juveniles de langosta de roca en la provincia de Milne Bay



Figura 46. Jaulas de engorde de langosta de roca en la provincia de Milne bay



Toda la producción de la granja es comercializada en el mercado local de Port Moresby. No se han realizado, por el momento, intentos de exportación a países vecinos interesados, debido a las razones anteriormente citadas para el caso del camarón de agua salada. Por este motivo, es de alta importancia la realización del presente estudio, para determinar la presencia o ausencia de enfermedades de declaración obligatoria a la OIE y facilitar el acceso a posibles mercados de exportación de las empresas privadas del sector acuícola.

Figura 47. Cosecho una de las jaulas de engorde en la Provincia de Milne Bay



5.1.8. Cangrejo de manglar

El cangrejo de manglar (*Scylla serrata*) es una especie nativa en Papúa Nueva Guinea, por lo que no ha sido introducida desde ningún país exterior (Fishbase, 2016). Es una especie que se cultiva solamente en una pequeña granja privada situada también en la provincia costera de Milne Bay, al igual que las granjas de camarón de agua salada y de langosta de roca. La granja emplea a 5 personas a tiempo completo o parcial durante el año, pudiendo aumentar en las épocas de cosecha o de limpieza y tratamiento de los estanques.

La granja cuenta solamente con tres estanques de tierra de unos 600-800 m², que se rellenan de agua a través de las mareas (estanques inter-mareales). La semilla es recolectada a mano del medio natural (con un tamaño de unos 10-15 g) en las orillas de los estanques en los que se lleva a cabo el engorde. La densidad de cultivo es de 2-5 animales/m² durante todo el ciclo productivo.

Los animales son cultivados durante un periodo de 8-12 meses hasta alcanzar la talla comercial, que oscila entre 300-700 g (Maid, 2011), dependiendo de la talla inicial del espécimen y de las condiciones de cultivo y de calidad de agua. La alimentación se lleva a cabo a través de un preparado alimenticio fabricado en la propia granja mediante subproductos de agricultura, como hojas y tallos de tubérculos, mezclado con un pequeño porcentaje de harina y aceite de pescado procedente de la industria atunera existente en Papúa Nueva Guinea. Se realiza la alimentación 1-2 veces al día, para un valor de 3-4% de la biomasa en el estanque.

Los estanques son cosechados de manera paulatina atendiendo a la talla alcanzada por los especímenes y a la demya del mercado. Una vez que se ha cosechado todo el estanque, el estanque es secado al sol, tratado con cal viva y posteriormente se llena de agua de nuevo.

Toda la producción se vende en el mercado local en Port Moresby, con algunas excepciones como los periodos de Navidad o de Semana Santa en los que se vende parte de la producción en supermercados y gries superficies de Port Moresby. Existe un gran interés por parte de ciertos importadores de Nueva Zelya en exportar este producto vivo a su país, donde existe una gran comunidad de Papúa y de Polinesia, que son gries consumidores de este producto.

Por el momento, y debido a la situación anteriormente mencionada en el caso del camarón de agua salada y en el caso de la langosta de roca, no se ha llevado a cabo ninguna exportación a países extranjeros, ya que se desconoce por completo el estado sanitario del stock de cultivo, y esta información es un requisito necesario para realizar la exportación a países vecinos.

5.1.9. Holotúridos o pepinos de mar

La única especie de Pepino de Mar que se está cultivando por el momento en Papúa Nueva Guinea es la especie *Holothuria scabra*, también conocida comercialmente como “syfish” o pescado de tierra (Connor, 2011; James, 2004). Es una de las especies de mayor valor comercial en el mercado chino, donde llega venderse a precios de en torno a 350-500 USD/Kilo de producto procesado (Becker, 2002; Lovatelli, 2004; Toral-Grya, 2008), aunque estos precios son muy variables y pueden aumentar y descender dependiendo de la calidad final del producto procesado y de la talla del mismo (NFA, Guideon Pama Comunicación Personal). Este producto se comercializa exclusivamente en países asiáticos como Japón y China, principalmente (Connor, 2011; Grapsy, 2010; James, 2004), en donde se vende como un producto con propiedades medicinales anticancerígenas en los mercados locales (NFA, Guideon Pama Comunicación Personal).

Existen una gran cantidad de países actualmente implicados en el cultivo de Pepinos de Mar, y a su vez, una gran cantidad de países involucrados en el cultivo de esta especie (como Madagascar, Méjico, Tanzania, etc.), pero se debe remarcar que los compradores y exportadores asiáticos prefieren y dan un alto valor al producto procedente del Pacífico (Lovatelli, 2004; Toral-Grya, 2008), debido a su alta calidad final y a sus gries tallas (FAO aquatic species cultured factsheets, 2011). Actualmente FAO estima que alrededor del 50% de los pepinos de mar que se venden en Asia proceden de la pesca extractiva, y el otro 50% procede de la acuicultura (FAO Fishstat, 2011).

En la región del Pacífico la producción de Pepino de Mar comenzó hace alrededor de 10 años, en países como Fiji y Nueva Caledonia, y no se extendió hacia otros países como Papúa Nueva Guinea o los Estados Federados de Micronesia hasta hace algo más de 5 años (SPC, 2011; SPC aquacultureportal, 2016).

Es una especie nativa en Papúa, por lo que no ha sido introducida de ningún país exterior, y se cultiva solamente en una Provincia, la Provincia de Nueva Irlya, específicamente en la región de Kavieng (Fishbase, 2016). La semilla es producida en un laboratorio público de maricultura situado en la isla de Nago (Figuras 48 y 49), en la ciudad de Kavieng. Este laboratorio fue establecido por la cooperación australiana y cuenta con todas las instalaciones necesarias para llevar a cabo la puesta y la cría de larvas de pepino de mar.

Una vez que los juveniles de pepino de mar han alcanzado una talla de 15-20 g son distribuidos a las comunidades locales que viven en las islas cercanas a Kavieng, donde se lleva a cabo el engorde en pequeños recintos de sus zonas costeras, que son vallados a tal efecto.

Figuras 48 y 49. Especímenes juveniles de syfish siendo evaluados y medidos durante su engorde procedentes de la granja de Nueva Irllya



Es una producción totalmente extensiva en la que las comunidades hace una especie de pastoreo de los especímenes situados en el mar, que son contados y pesados cada 2-3 meses, hasta que llegan a la talla comercial que oscila entre los 450 g y 2 Kg. La densidad de cultivo es de 1.5 Kg de animal/m² de recinto de zona costera. Atendiendo al tamaño de los animales se delimitan recintos de diferentes dimensiones. Los recintos están vallados con estacas de madera y redes de pesca, de alrededor de 1.5 m de altura.

Actualmente existen 15 comunidades locales implicadas en el cultivo de pepino de mar, con unas 70 personas dedicadas a este cultivo a tiempo parcial. Debemos remarcar que esta actividad se lleva a cabo en las familias como una actividad alternativa generadora de ingresos (Figura 50), que se compatibiliza con muchas otras actividades agrícolas y ganaderas.

Figura 50. Recinto de cultivo de pepino de mar



No se realiza ningún tipo de alimentación suplementaria ni de protocolo de manejo aparte del control de número y del peso de los especímenes dentro de cada uno de los recintos vallados. Por el momento la cosecha ha sido relativamente limitada (Figuras 53 y 54) y se han logrado transformar algunos de los especímenes que han sido exportados a china a través de un exportador local (Figura 51). Con respecto a esta especie, y dado que el producto se exporta ya procesado, no es necesario aportar ningún tipo de certificación sanitaria en animales vivos. Por otro lado, esta especie no es objeto dentro de la lista de patógenos de la OIE por el momento.

Figura 51. Especímenes de pepino de mar siendo transportados para ser procesados



La mayor limitación de este tipo de cultivo se encuentra en las fases de reproducción y cría larvaria en el laboratorio, que siguen siendo complejas y con una alta mortalidad asociada. Los reproductores proceden del medio natural (en esta especie los individuos tienen sexos separados, no son hermafroditas, aunque no presentan características externas que permita diferenciar el sexo del animal anteriormente a la puesta), y son necesarios unos 35-40 animales para poder llevar a cabo una puesta exitosa. La puesta se induce por medios hormonales o térmicos, y una vez realizada la fertilización de los huevos estos son recogidos y trasladados a los estanques de eclosión. Las larvas (Figura 52) son mantenidas en el laboratorio por un periodo de 2-3 meses hasta que alcanzan la talla para poder ser trasladados a los recintos costeros. Durante el periodo de cría larvaria es necesario aportar microalgas y macroalgas en polvo, lo que encarece el cultivo enormemente.

Figura 52. Fase de auricularia durante la cría larvaria del pepino de mar



Hasta el momento, la estación de maricultura situada en la isla de Nago ha facilitado los juveniles a las comunidades locales de manera gratuita, como una forma de mejorar su situación económica, y, por ende, la seguridad alimentaria de estas comunidades.

Figuras 53 y 54. Animales de talla comercial siendo cosechados para su posterior procesado



5.1.10. Macroalgas

Por el momento se cultiva solamente una especie de macroalga en Papúa Nueva Guinea, la macroalga roja comúnmente conocida como “cottonni”, y de nombre científico (recientemente actualizado, ya que hasta hace 6 años era conocida taxonómicamente como *Eucheuma cottonni*), *Kapapphycus alvarezii* (Abbott, 1999; Crawford, 2002; Hatashi, 2007; Russell, 1983). Se trata de una especie exótica en Papúa Nueva Guinea, que fue introducida inicialmente desde las Islas Salomón hace alrededor de 10 años de manera ilegal, y que posteriormente ha sido introducida legalmente desde otros países asiáticos en los que es nativa y en los que se desarrolla la mayor parte de la producción mundial, como son Filipinas, Malasia e Indonesia (NFA, Gideon Pama Comunicación Personal). Esta alga se cultiva solamente en una de las provincias de Papúa Nueva Guinea, en las islas de la provincia de Bougainville, que es la provincia que se encuentra más cerca de las Islas Salomón. Es debido a esta cercanía de las Islas Salomón por lo que fue introducida ilegalmente hace ya más de 10 años, por pescadores de las islas de Bougainville que observaron a sus vecinos de las Islas Salomón cultivar el alga y obtener buenos resultados gracias a su exportación (NFA, Raymond Mow Comunicación Personal).

Hasta la realización de la presente evaluación, la Autoridad Nacional de Pesca de Papúa Nueva Guinea no contaba con datos reales y actualizados de producción total en valor y en volumen de esta especie de alga roja. Tampoco se conocía con exactitud el número de granjas implicadas en el cultivo y el número de personas o familias dedicadas en tiempo parcial o completo a esta producción acuícola. Para tener una referencia (Figura 56) con respecto a la falta total de datos actualizados sobre el cultivo de esta especie en las islas del Pacífico (no solamente en Papúa Nueva Guinea, sino también en el resto de los países de Oceanía), los datos estadísticos de la FAO para el 2013, en su base de datos “cultured species factsheets, link: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Eucheuma_spp/es”, proporciona la siguiente información acerca de esta especie y otras especies muy similares de algas rojas: *Las estadísticas de la FAO para estos cuatro grupos de alga (Kappaphycus alvarezii, Eucheuma cottonii, Eucheuma denticulatum y Eucheuma spp.) se combinan en el mapa mostrado abajo. Sin embargo, éste no representa la realidad, ya que las Islas Salomón, Papúa Nueva Guinea y las Islas Fiji también son productores, pero no reportan su producción de manera independiente (ver la sección sobre Estadísticas de Producción).*

Gracias a la presente evaluación se ha determinado que existen más de 2000 familias dedicadas a la producción de alga roja, con más de 4000 personas trabajando en este cultivo a tiempo parcial o completo, solamente en las islas de la provincia de Bougainville (Figuras 57 y 58).

La producción ha aumentado considerablemente en los últimos años, como se puede observar en detalle en la siguiente sección, y cada vez son más familias las dedicadas a este cultivo en las zonas costeras de esta provincia. Se ha determinado a través de este estudio que existe una gran cooperativa de productores de alga, que a su vez se encarga de la selección y distribución de plántulas a los productores que las solicitan. Los detalles sobre la estructura, roles y responsabilidades de dicha cooperativa se detallan también en la sección a continuación.

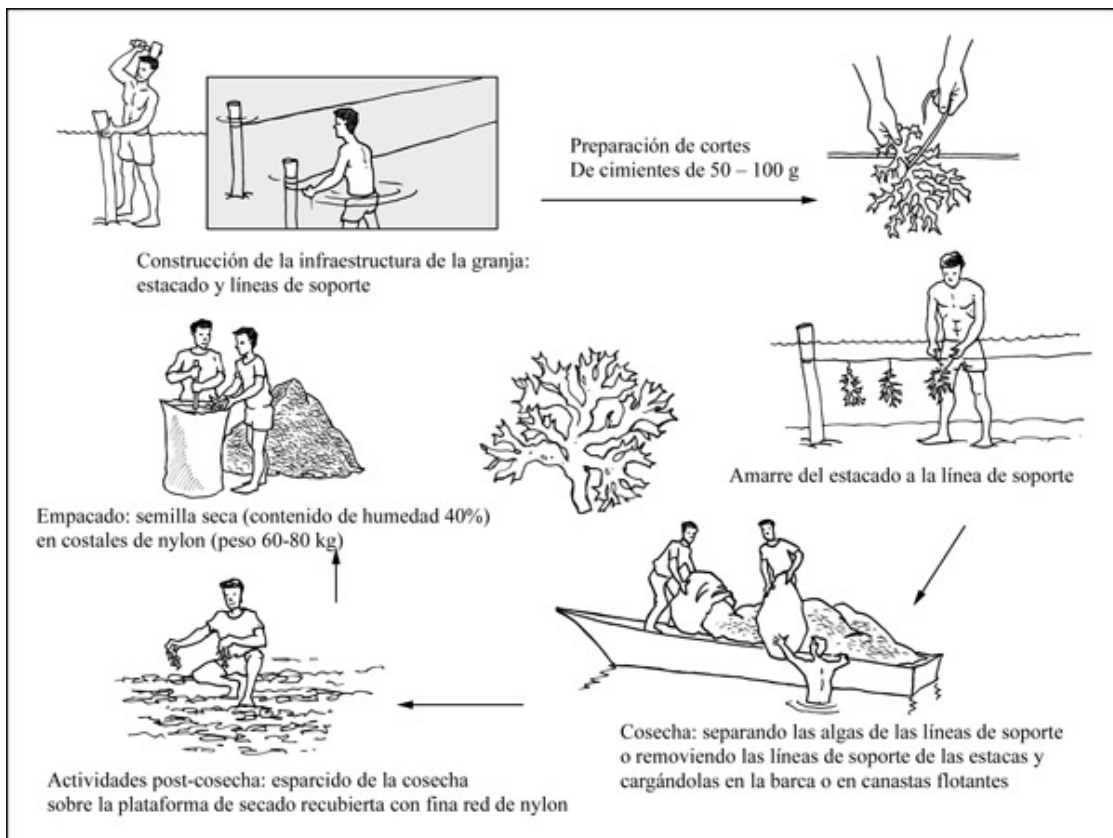
La producción se lleva a cabo a través de dos sistemas productivos principales (FAO aquatic species cultured factsheets, 2011) (Figura 55):

- **Sistema flotante (Figuras 57 y 60):** las plántulas de alrededor de 10 g se atan a las cuerdas de cultivo a través de una rafia. Estas cuerdas de cultivo se sitúan en una estructura flotante, como el marco de una jaula marina. Este marco está normalmente construido con materiales locales, como bambú y madera, y en algunos casos el marco está elaborado en PVC. El marco flota gracias al uso de bidones de gasolina vacíos o alguna estructura flotante atada al marco. Estas estructuras flotantes se sitúan fijadas al sustrato a través de bloques de cemento, a unos 50-500 m de la línea de costa, dependiendo de la ubicación exacta de la granja.

Los extensionistas del departamento de pesca provincial y los miembros con más conocimientos de la cooperativa ayudan a los nuevos productores a seleccionar los sitios más adecuados para el cultivo, atendiendo a las características de calidad de agua, como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, corrientes y vientos. El producto se cosecha con barcos de pequeño tamaño tras unos 45 días de cultivo en el mar, cuyo la plántula ha alcanzado un tamaño de unos 300-400 g. No se realiza ningún tipo de suplementación alimentaria. El alga utiliza la luz del sol y los nutrientes del agua para crecer, fijada a las cuerdas que están atadas al marco flotante.

- **Sistema de fondo (Figura 58 y 59):** las plántulas de alrededor de 10 g son atadas a las cuerdas de cultivo a través de unas rafias. Dichas cuerdas de cultivo se atan a postes de madera que son situados en la línea de costa o en las playas, muy cerca de la superficie. Las plántulas deben estar siempre cubiertas por el agua, tanto en marea alta como en marea baja, manteniéndose a no más de 3 m de profundidad durante la marea alta. Hay que seleccionar, por lo tanto, sitios que no tengan una gran variabilidad inter-mareal y que posean las características de calidad de agua idóneas para el cultivo. Como se ha definido en el sistema productivo anterior, los extensionistas del departamento de pesca provincial y los miembros con más conocimientos de la cooperativa ayudan a los nuevos productores a seleccionar los lugares más adecuados para el cultivo, atendiendo a las características mencionadas anteriormente. El producto se cosecha a mano desde la playa tras unos 45 días de periodo de cultivo en el mar, cuyo la plántula ha alcanzado un tamaño de unos 300-400 g. No se realiza ningún tipo de suplementación alimentaria. El alga utiliza la luz del sol y los nutrientes del agua para crecer, fijada a las cuerdas que están atadas al marco flotante. En este tipo de sistema productivo la mayor parte de las plantas son cosechadas retirando toda la línea de cultivo y desatando las plantas en la superficie.

Figura 55. Ciclo básico de producción de alga roja en un sistema de fondo (FAO aquatic species cultured fashseets, 2011)



Es importante remarcar que esta actividad productiva es de gran relevancia para las mujeres de las comunidades locales implicadas, ya que son ellas las que realizan la selección de las plántulas, el atado y la posterior cosecha (NFA, Jacob Wani Comunicación Personal).

Una vez que el producto ha sido cosechado se seca a la sombra durante 10-20 días, dependiendo de la temperatura y humedad ambiental, para que el contenido en agua se reduzca al 2% (Hayashi, 2007; Rodgers, 1999). Una vez secas, las algas son empacadas y almacenadas en el hogar del productor y en el almacén de la cooperativa. El 100% de la producción es exportado a China a través de un exportador chino que mantiene un contacto activo con la cooperativa.

El principal uso del alga roja es la extracción de carragenina, un componente químico que es utilizado en numerosas industrias, como la farmacéutica y la alimentaria, entre otras (Woo, 2000). Dentro del sector de cultivo de alga roja se exportan dos formas generales de productos al mercado internacional, así como también algas secas (Abbott, 1999; Crawford, 2002). Éstas son (a) carragenina semi-refinada o carragenina natural y (b) carragenina refinada o “carragenina extraída tradicionalmente”. Las algas secas para exportación deben cumplir con los siguientes requisitos: humedad <40 por ciento; contaminantes: <1,0 por ciento (Russell, 1983; Smith, 2007; Smith, 2000).

Por el momento no existe competencia alguna entre productores, ni por espacio para cultivar, ni por precio de compra, ya que el precio es el mismo para todos los productores y existen una gran disponibilidad de sitios para producir en la Provincia por el momento (NFA, Guideon Pama Comunicación Personal).

No existe ningún plan de obtención de licencias o autorizaciones para productores por el momento, aunque la presente tesis va a poner de manifiesto la necesidad de desarrollar un plan de desarrollo del sector en el ámbito provincial, con una zonificación clara de la provincia y con una estrategia para el registro de los productores.

Figura 56. Principales países productores de *Eucheuma nei* (Fishstat J - Estadísticas de Pesca, FAO, 2010)



Figura 57. Cultivo de algas en sistema flotante en la Provincia de Bougainville



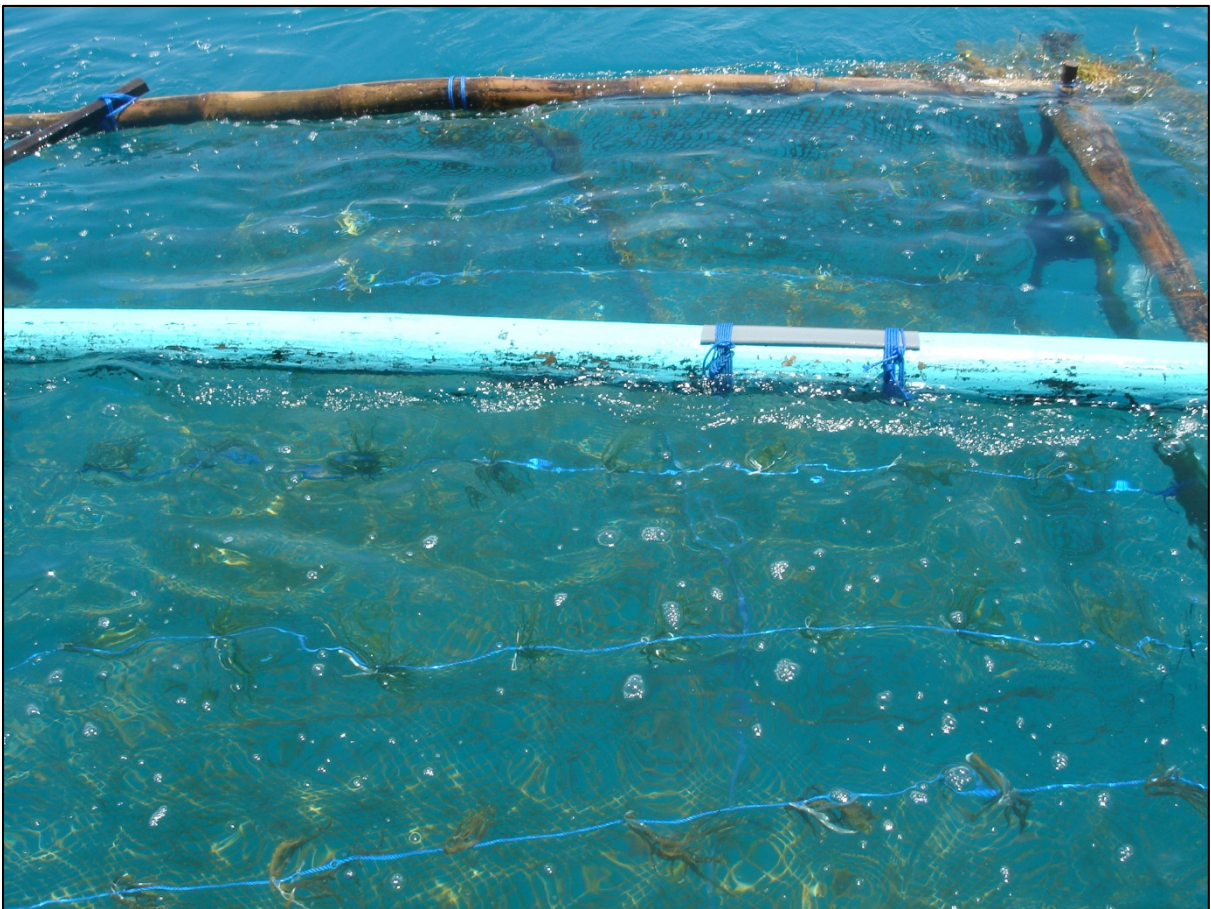
Figura 58. Productores de alga roja sosteniendo una de las líneas de cultivo en la playa en la Provincia de Bougainville



Figura 59. Sistema productivo de fondo



Figura 60. Sistema de cultivo flotante



5.1.11. Compilación de los resultados

Los datos productivos en volumen (Tm) y en valor (USD) que se presentan a continuación son quizá la aportación más representativa y sustancial de la presente tesis, no solo para la Autoridad Nacional de Pesca del país, que carecía de dichos datos y de los valores de crecimiento del sector, sino también para la FAO y la SPC, como organizaciones intergubernamentales con un marcado peso específico en el sector acuícola en la región del Pacífico.

Dado que se carecía de datos actualizados del número de granjas de engorde y de semilla de cada especie de cultivo, de las especies principales de cultivo y de su producción en valor y en volumen al año, estos datos son de importancia vital para comprender la situación actual del sector en el país, para evaluar las posibles perspectivas de crecimiento futuro y para poder planificar las estrategias y políticas necesarias para asegurar el desarrollo sostenible y duradero del sector.

Los datos productivos en valor y en volumen, así como el número de granjas de engorde y de producción de semilla existentes en cada provincia, una vez defendida la tesis, serán compartidos con la Autoridad Nacional de pesca, así como con el resto de actores implicados en el estudio, incluidos la FAO y la SPC.

A continuación, se presentan los datos disponibles para el sector de la acuicultura en Papúa Nueva Guinea en el programa estadístico oficial de la FAO sobre pesca y acuicultura (Fishstat Plus, link: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>). Como se puede observar, los datos que estaba disponibles de manera oficial sobre el sector acuícola en el país eran extremadamente pobres, todos ellos estimativos y no cubrían la totalidad de las especies de cultivo que se sabe, gracias a esta tesis, están desarrollándose en el país. La comparación de los datos de la FAO a nivel productivo (en volumen y en valor) con los datos productivos en volumen y en valor obtenidos gracias a la realización de este trabajo corrobora la necesidad de haberla llevado a cabo y la utilidad actual y futura de esta información. Se debe remarcar que FAO solamente dispone de datos de Papúa Nueva Guinea hasta 2013 (Tablas 19 y 20), por lo que no existía ningún dato oficial para el sector acuícola entre los años 2013 y 2015 (datos que ha aportado la presente tesis). Se debe también tener en consideración que todos los datos productivos de las estadísticas de la FAO son “estimativos” (marcados con una “F”), ya que no han sido oficialmente aprobados por la Autoridad Nacional de Pesca. Para finalizar hay que destacar que no se cuentan con datos del total de la producción para 2013 en el caso de las estadísticas de FAO debido a la falta de información oficial sobre numerosas especies, que se sabían en cultivo, pero para las que no existían datos.

Tabla 19. Datos estadísticos de la FAO (Fishstat Plus) sobre el volumen de producción del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea (2007-2013)

Especie	Unidades	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Cyprinus carpio</i>	t	400 F*	450 F	500 F	500	450	450 F	450 F
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	t	-	-	-	100 F	250 F	1400 F	2500 F
<i>Penaeus monodon</i>	t	...	12 F	12 F	10	10	10 F	10 F
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	t	40 F	50 F	50 F	50	60	60 F	60 F
<i>Lates calcarifer</i>	t	...	10 F	10 F	10	-	-	-
<i>Oreochromis niloticus</i>	t	400 F	600 F	800 F	1000	1100	1300 F	1500 F
<i>Scylla serrata</i>	t	...	...	...	18 F	-	4 F	4 F
<i>Chanos chanos</i>	t	-	-	-	-	-	-	-
Total		1123	1372	1688	1871	3225	4525	4524

*F: datos estimativos no oficiales

Tabla 20. Datos estadísticos de la FAO (Fishstat Plus) sobre el valor de la producción del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea (2007-2013)

Especie	Unidades	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Lates calcarifer</i>	USD	...	55.62	54.49	55.19	0	0	0
<i>Cyprinus carpio</i>	USD	1336,24	1651,84	1798,29	1839.55	2289,01	2591,77	2412,6
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	USD	0	0	0	4.41	12,72	80,63	134,03
<i>Penaeus monodon</i>	USD	...	133,48	130,78	110,37	105,97	119,99	111,69
<i>Scylla serrata</i>	USD	...	...	...	198,67	0	57,59	53.61
<i>Chanos chanos</i>	USD	0	0	0	0	14,84	16,8	15,64
<i>Oreochromis Niloticus</i>	USD	1174,27	1935,49	2528,5	3679,1	4662,79	6239,46	6701,68
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	USD	202,46	278,09	272,47	275,93	890,17	1007,91	938,23
Total		4064,52	4784,53	6163,23	7975,5	10114,16	10367,49	10367,48

Tabla 21. Número y tipo de granjas por especie (actualización realizada a partir de la presente Tesis)

Especie	Granjas de engorde	Laboratorios de semilla	Trabajadores implicados	Asociaciones de trabajadores
Tilapia del Nilo	15000	300	22000	20
Trucha arco iris	40	3	50	1
Carpa común	50	1	100	1
Camarón de agua dulce	40	1	60	1
Camarón de agua salada	1	No existe	15	No existe
Macroalga roja	2000	300	4000	1
Chano	1	No existe	10	No existe
Barramundi	1	1	10	No existe
Cangrejo de manglar	1	No existe	10	No existe
Langosta de roca	1	No existe	10	No existe

Tabla 22. Compilación de los resultados cualitativos de la evaluación del estado general del sector acuícola en Papúa Nueva Guinea (actualización realizada a partir de la presente Tesis)

Especie	Nativa/ Exótica	Provincias en Producción	Sistema Productivo	Producción Actual	Producción Futura
Carpa común	Exótica	- Highlys (3 provincias) - Enga - Medang	- Estanques de tierra - Jaulas flotantes - Policultivo	En aumento	En aumento
Tilapia del Nilo	Exótica	- Las 20 provincias encuestadas	- Estanques de tierra - Jaulas flotantes - Policultivo	En aumento	En aumento
Trucha arco iris	Exótica	- Highlys (3 provincias)	- Estanques de cemento	Estable	Estable
Camarón de agua salada	Exótica	- Milne Bay - Gulf	- Estanques de agua salobres	Fluctuante	En aumento
Chano/<i>Milkfish</i>	Nativa	- Milne Bay - Gulf - New Irely New Britain	- Estanques de agua salobres	Fluctuante	En aumento
Cangrejo de manglar	Nativa	- Milne Bay - Golfo - New Irely New Britain	- Estanques de agua salobres	Fluctuante	En aumento
Barramundi	Exótica	- Milne Bay - Gulf - New Irely New Britain	- Estanques de agua salobres	En aumento	En aumento
Cottonni	Exótica	- Milne Bay - Bouganville	- Producción en esteros - Sistemas flotantes - Policultivo	En aumento	En aumento
Cobia	Exótica	- New Irely	- Jaulas flotantes	En aumento	En aumento
Camarón de agua dulce	Exótica	- Highlys (3 provincias)	- Producción en estanque de tierra	En aumento	En aumento
Langosta de roca	Nativa	- Port Moresby	- Jaulas flotantes	En aumento	En aumento

5.1.12. Datos productivos en valor de la producción (USD) por especie (2013-2015)

Tabla 23. Producción en valor de las principales especies de cultivo en Papúa Nueva Guinea (2013-2015) (actualización realizada a partir de la presente Tesis)

Especie (nombre común)	Especie (nombre científico)	Ambiente productivo	Unidades	2013	2014	2015
Barramundi	<i>Lates calcarifer</i>	Salobre	USD	2500,54	2300,67	2600,81
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Agua dulce	USD	2289,01	2591,77	2412,6
Macroalga roja	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Marino	USD	12,72	80,63	134,03
Camarón de agua dulce	<i>Macrobrachium rosembergii</i>	Agua dulce	USD	0	87,45	223,46
Camarón de agua salada	<i>Penaeus monodon</i>	Salobre	USD	105,97	119,99	111,69
Cangrejo de manglar	<i>Scylla serrata</i>	Salobre	USD	0	57,59	53,61
Chano/Milkfish	<i>Chanos chanos</i>	Salobre	USD	14,84	16,8	15,64
Tilapia del Nilo	<i>Oreochromis Niloticus</i>	Agua dulce	USD	4662,79	6239,46	6701,68
Trucha arco iris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Agua dulce	USD	890,17	1007,91	938,23
Pepino de mar	<i>Holothuria scabra</i>	Marino	USD	0	0	250,93
Langosta de roca	<i>Panulirus sp.</i>	Marino	USD	0	25,78	54,67
Totales				10.476,04	12528,05	13497,35

5.1.13. Datos productivos en volumen de producción (Tm) por especie (2013-2015)

Tabla 24. Producción en volumen de las principales especies de cultivo en Papúa Nueva Guinea (2013-2015) (actualización realizada a partir de la presente Tesis)

Especie (nombre común)	Especie (nombre científico)	Ambiente productivo	Unidades	2013	2014	2015
Barramundi	<i>Lates calcarifer</i>	Salobre	Tm	568	467	786
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Agua dulce	Tm	450	466	464
Macroalga roja	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Marino	Tm	250	1400	2500
Camarón de agua dulce	<i>Macrobrachium rosembergii</i>	Agua dulce	Tm	0	35	157
Camarón de agua salada	<i>Penaeus monodon</i>	Salobre	Tm	12	17	16
Cangrejo de manglar	<i>Scylla serrata</i>	Salobre	Tm	0	4	4
Chano/Milkfish	<i>Chanos chanos</i>	Salobre	Tm	1	as	1
Tilapia del Nilo	<i>Oreochromis Niloticus</i>	Agua dulce	Tm	1150	1865	1952
Trucha arco iris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Agua dulce	Tm	59	66	62
Pepino de mar	<i>Holothuria scabra</i>	Marino	Tm	0	0	0.45
Langosta de roca	<i>Panulirus sp.</i>	Marino	Tm	0	1.5	3
Totales				2490	4322,5	5942,45

5.1.14. Papel de las instituciones asociadas

Como se ha comentado en el capítulo 1.3.3., las principales instituciones o actores que han sido identificadas en la evaluación con cierta implicación en el desarrollo y promoción del sector acuícola en el país son las siguientes:

1. Autoridad Nacional de Pesca (NFA)
2. Autoridad Nacional de Cuarentena e Inspección (NAQIA)
3. Departamento de Agricultura y Ganadería (DAL)
4. Departamento de Medio Ambiente y Conservación (DEE)
5. Asociaciones y cooperativas de productores acuícolas

A través del presente estudio se ha determinado que la Autoridad Nacional de Pesca, anteriormente Ministerio de Pesca (NFA) y, actualmente, ente independiente a nivel presupuestario, se encarga principalmente de las siguientes cuestiones en materia de acuicultura (NFA, 2017):

- Gestión de los centros públicos de producción de semilla, localizados en Aiyura (provincia de Goroka) y Kavieng (provincia de Nueva Irla). En estos centros se desarrolla la producción de semilla de Tilapia del Nilo, Carpa Común, Trucha Arco Iris, Camarón de Agua Dulce, Barramundi y Pepino de Mar.
- Provisión de apoyo técnico a gryes/medianos productores de Tilapia de Nilo y macroalgas.
- Desarrollo y aplicación del marco legal existente en materia de pesca y acuicultura
- Desarrollo de políticas y estrategias de desarrollo del sector acuícola en el país.
- Puesta en marcha de programas de colaboración internacionales con instituciones extranjeras y donantes.
- Informar a la OIE acerca de las enfermedades de declaración obligatoria (Papúa Nueva Guinea es miembro de la OIE). Debe tenerse en cuenta que actualmente se está desarrollando un acuerdo entre la Autoridad Nacional de Pesca y la Autoridad Nacional de Cuarentena e Inspección de productos agrícolas para clarificar las responsabilidades y los roles de cada institución con respecto a la OIE. Por el momento, la autoridad de pesca realiza los informes para los animales acuáticos y la autoridad de cuarentena lleva a cabo los informes para los animales terrestres.

Con respecto a la Autoridad Nacional de Cuarentena e inspección para productos agrícolas (NAQIA), la presente tesis ha identificado que el rol de esta institución en materia de acuicultura es relativamente limitado, y se concentra en las siguientes acciones (NAQIA, 2017):

- Desarrollo de “Análisis de riesgos para la importación” de nuevas especies de cultivo/especies exóticas.
- Expedición de los permisos de importación, exportación y sanidad.
- Expedición de los permisos CITES para las especies que así lo requieran (Pepinos de Mar solamente por el momento).
- Habilitación, inspección y certificación de las áreas de cuarentena destinados a especies acuáticas introducidas.
- Control en fronteras (aeropuertos y puertos) con respecto a la importación de productos de la pesca y de la acuicultura (vivos o no).
- Puesta en marcha de los planes de emergencia en casos de epidemias de enfermedades animales y vegetales, incluidos los organismos acuáticos.
- Control del uso de productos veterinarios dentro del sector acuícola (antimicrobianos, fertilizantes, etc) a todos los niveles.

En relación al Departamento de Agricultura y Ganadería, se ha determinado que este departamento juega un importantísimo rol a nivel provincial a través de las divisiones provinciales de agricultura y tierras (DAL), cuyos oficiales son los encargados de las siguientes funciones (MA, 2017):

- Apoyo técnico y financiero a los pequeños, medianos y en algunos casos grandes productores acuícolas a nivel provincial.
- Apoyo técnico y financiero a las estaciones de producción de semilla.
- Funciones de extensionismo.
- Distribución de semilla de las especies producidas en laboratorios públicos de manera gratuita (transporte y costes de semilla) a productores locales.
- Desarrollo de los programas de acción y planificación del sector agrícola a nivel provincial.
- Apoyo técnico y financiero a las asociaciones, cooperativas y otras agrupaciones de productores.
- Control de la calidad del producto procedente de la pesca y de la acuicultura en los mercados locales provinciales.
- Son el puente entre los oficiales de la autoridad nacional de pesca y los productores a nivel local, en lo que se refiere a la implementación de estrategias de mejora y promoción del sector.

Con respecto al departamento de medio ambiente y conservación, se ha identificado que sus labores se focalizan en los siguientes aspectos (DEE, 2017):

- Realización de los estudios de impacto ambiental, en los casos en los que la legislación así lo requiere (ver sección 2.3.3.).
- Realización de las investigaciones de impacto ambiental en los casos en los que la legislación así lo requiere (ver sección 2.3.3.).
- Extensionismo en materia de gestión medioambiental y conservación de recursos de la pesca y de la acuicultura.
- Control de la exportación de especies amenazadas a través del acuerdo CITES.
- Desarrollo de legislación en materia medioambiental, en relación a las densidades de cultivo, la capacidad de carga en ecosistemas marinos y continentales, el uso de suplementación alimentaria, el tratamiento de efluentes, etc.

Finalmente, han sido identificadas una gran cantidad de agrupaciones no registradas previamente a la realización de este estudio, principalmente en el caso de los productores de Tilapia del Nilo y de los productores de Macroalga Roja. Debido a la gran cantidad de familias dedicadas al cultivo de estas dos especies, existe una gran tendencia a la formación de agrupaciones (conocidas como “clusters” en inglés) más o menos formales/oficiales (dependiendo de su registro dentro del registro provincial) para facilitar las tareas de producción dentro de una misma zona geográfica. Las principales funciones de este tipo de asociaciones (registradas o no a nivel provincial como de interés público) de productores acuícolas son las siguientes:

- Intercambio de reproductores y de semilla a precios estandarizados.
- Intercambio de utensilios y equipos de producción, como redes, tubería, jaulas, estructuras flotantes, etc.
- Transporte conjunto de producto final a los mercados locales.
- Acuerdo con respecto a los precios y tallas de venta en los mercados locales, tanto para producto vivo, como para producto procesado.
- Transporte de reproductores y semilla entre productores.
- Desarrollo de programas más o menos estructurados de selección de reproductores y de semilla.

- Apoyo e intercambio técnico.
- Mejora del poder de negociación para adquirir equipos y materiales destinados al cultivo a través de proveedores locales.
- Apertura hacia nuevos mercados.
- Contacto y negociación con exportadores.

Se ha identificado que en el caso específico del cultivo de Macroalga Roja, la asociación de productores es realmente activa en una gran cantidad de ámbitos relacionados con el sector de la producción de cariginatos, como, por ejemplo:

- Selección de plántulas para el cultivo.
- Introducción de plántulas de variedades mejoradas procedentes de países terceros.
- Provisión de asistencia técnica.
- Provisión de apoyo financiero a productores a través de microcréditos.
- Facilitar el acceso a créditos agrícolas a través de bancos locales.
- Apoyo en la cosecha, almacenamiento y secado, que se realiza en común dentro de la asociación en las instalaciones de la misma.
- Asistencia técnica durante el protocolo de semi-procesado.
- Apoyo a la venta y exportación del producto seco y del producto semi-procesado.
- Negociación con empresas distribuidoras de equipos y materiales relacionados con el cultivo: cuerdas, rafias, boyas, redes, barcos, etc.
- Establecimiento de acuerdos con otros países productores de Macroalga Roja para facilitar el acceso a apoyo técnico y la comercialización con países asiáticos.

Dentro de la gran lista de agrupaciones existentes, sobre todo en el caso del cultivo de Tilapia del Nilo y de la macroalga roja, como hemos indicado con anterioridad, existen ciertas agrupaciones de especial relevancia, como se indica en la Tabla 25.

Tala 25. Lista de las principales agrupaciones de productores acuícolas del país

Nombre de la asociación	Ubicación	Especies cultivadas	Información adicional
Asociación de productores de Tilapia del Nilo de Goroka	Goroka y provincias de las tierras medias del país	Tilapia del Nilo Carpas chinas	Esta asociación se constituyó hace 5 años y desde entonces ha colaborado activamente con la DAL provincial para conseguir armonizar ciertos aspectos de la producción, como los precios y la calidad de los alevines, el alimento y algunos de los equipos necesarios para el cultivo. La mayor parte de las granjas no están registradas en ninguna base de datos y sus datos productivos no son recopilados por la DAL. Se trata de productores de subsistencia con pequeños estanques (de 50 a 200 m ²) en policultivo (cultivo de varias especies de agua dulce a la vez, siendo la tilapia del Nilo la especie de mayor relevancia en valor y en cantidad en el estanque). Comercializan el producto final en el mercado local.
Asociación de productores de Trucha Arco Iris de las tierras altas del país	Monte Hagen y provincias de las tierras altas	Trucha Arco Iris	Esta asociación fue fundada hace más de 20 años por los principales productores de esta especie. Todas las granjas están registradas y comunican sus datos productivos (estimativos) a la DAL. Producen en monocultivo semi-intensivo destinado al mercado local. Existe un laboratorio de producción de semilla que forma parte también de la asociación.
Cooperativa de productores de macroalga roja cottonni de la Provincia de Bougainville	Bougainville y sus islas	Alga roja cottonni (<i>Kappaphycus alvarezii</i>)	Esta cooperativa fue fundada muy recientemente, hace solamente 3 años, cuyo comenzó la producción de Alga roja cottonni en el país (en la provincia de Bougainville). La producción comenzó a través de la introducción (ilegal) de plántulas de esta alga procedentes del país vecino Islas Salomón. Se trata de pequeños productores que, a través de la cooperativa, cosechan, almacenan y pre-procesan el alga para exportarla conjuntamente a países Asiáticos.

5.1.15. Estado de los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura

La realización del informe nacional sobre el estado, conservación, gestión y desarrollo de los recursos genéticos de uso en acuicultura (Anexo 1) ha permitido evaluar con un alto grado de detalle los diferentes aspectos de los recursos genéticos acuáticos utilizados en acuicultura en el país. El informe está dividido en 8 capítulos, que son:

- Capítulo 1: el uso e intercambio de recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.
- Capítulo 2: impulsores y tendencias en la acuicultura; consecuencias para los recursos genéticos acuáticos.
- Capítulo 3: conservación *in situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.
- Capítulo 4: conservación *ex situ* de los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y de sus parientes silvestres.
- Capítulo 5: actores con intereses en los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.
- Capítulo 6: políticas y legislación nacional para recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres.
- Capítulo 7: investigación, educación, capacitación y extensión en recursos genéticos acuáticos; coordinación, redes e información.
- Capítulo 8: colaboración internacional en relación con los recursos genéticos acuáticos de especies acuáticas cultivadas y sus parientes silvestres

El cuestionario que ha dado lugar al informe ha sido desarrollado en colaboración con los oficiales de pesca y acuicultura de FAO encargados de la gestión de los recursos genéticos de uso en acuicultura. El análisis de los resultados también ha sido llevado a cabo con su valiosa colaboración. Se detalla a continuación el análisis detallado de cada uno de los capítulos, que ayuda a comprender mejor y de manera más completa la realidad del sector, la problemática existente y las expectativas de futuro.

5.1.15.1.1. Capítulo 1

El capítulo 1 proporciona un inventario detallado de las especies de cultivo actual en el país, su tipología genética y las técnicas de mejora genética empleadas y programadas para el futuro. El análisis de este capítulo proporciona la información que se detalla a continuación.

- La producción acuícola del país ha aumentado en los últimos 10 años y se prevé que aumente en los próximos 10 años.
- Existen 11 especies en cultivo comercial o semi-comercial actualmente, identificadas hasta nivel de especie, pero no existe información alguna a nivel genético por debajo del nivel de especie (raza, variedad, etc.) en ninguna de las especies de cultivo, salvo en el caso de la Macroalga Roja (*K. alvarezii*) en el que se conoce de manera “no informal” que las variedades “tambalang” y “maumere” fueron introducidas desde Indonesia en la década del 2000.
- No existen datos genéticos con base científica por debajo del nivel de especie para ninguna de las especies de cultivo, y, por lo tanto, no se pueden emplear herramientas genéticas adecuadas destinadas al manejo y la gestión de los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura.
- El sector es todavía altamente dependiente de recursos procedentes del medio natural, ya que recolecta semilla y reproductores para llevar a cabo el cultivo de las siguientes especies: milkfish o chano, Camarón de Agua Salada, holotúridos, Cangrejo de Manglar y Langosta de Roca.

- Los programas de “mejora” o “conservación” del valor genético desarrollados en el país se llevan a cabo en el 60% de los casos por entidades públicas (NFA y sus laboratorios asociados, sobre todo para las especies de agua dulce), por organismos privados en el 20% de los casos, sobre todo en el caso específico de la Macroalga Roja y en el caso del Camarón de Agua Salada, y por consorcios o colaboraciones público-privadas en el caso de otras especies, como los Pepinos de Mar, el Barramundi o el Camarón de Agua Dulce. En estas especies, la producción de semilla está controlada por entidades públicas, pero el aporte de reproductores y la selección de los mismos se lleva a cabo en colaboración con los propios productores de engorde.
- De las 11 especies en cultivo, 5 de ellas son exóticas o introducidas desde terceros países: tilapia del Nilo, carpa común, trucha arco iris, barramundi y macroalga roja cottonni. Por otro lado, 6 de ellas son nativas, aunque suponen un porcentaje muy bajo de la producción total (menos del 5% de la producción en volumen y en valor del país), estas son: milkfish o chano, pepino de mar, camarón de agua dulce, camarón de agua salada, langosta de roca y cangrejo de manglar.
- Las especies introducidas han sido objeto, a lo largo de los años de producción, de programas de mejora genética tales como la “selección genética tradicional”, bien en los países de origen desde los que fueron introducidos, o bien a través de programas más o menos estructurados de mejora genética llevados a cabo en Papúa Nueva Guinea. Estas especies no han sido objeto de ninguna otra técnica de mejora genética tales como hibridación, producción de individuos monosexo o la poliploidia.
- Con respecto a la tilapia del Nilo, la NFA está evaluando la puesta en marcha de un programa de producción monosexo solo de machos, a través de la aplicación de tratamientos hormonales durante los primeros días de alevinaje, que es el método más extendido actualmente en el sector acuícola mundial.
- Con respecto a la trucha arco iris, la NFA está también evaluando la posibilidad de desarrollar un programa de mejora genética en colaboración con Australia y Nueva Zelandia, a través del uso de marcadores moleculares, y la producción de trucha arco iris monosexo (solo hembras, en este caso).
- Con respecto a las especies nativas o locales, éstas no han sido objeto de ningún programa de selección genética realmente estructurado, aunque, como se ha comentado anteriormente, se han establecido colaboraciones y consorcios entre las entidades privadas y las entidades públicas del país para desarrollar estos programas en el caso de algunas especies como el camarón de agua salada.
- Con respecto a la disponibilidad de recursos genéticos en el medio ambiente, el país cuenta con las 6 especies de cultivo que son locales en sus aguas continentales o costeras. Este recurso es de extrema importancia porque la mayor parte de estas especies dependen de semilla o reproductores para llevar a cabo su cultivo, ya que no se ha cerrado el ciclo biológico todavía.
- Existen también poblaciones naturalizadas o ferales de especies introducidas hace ya muchos años, como la tilapia del Nilo, la carpa común y la trucha arco iris, que se pueden encontrar como poblaciones naturalizadas en numerosos cuerpos de agua, siendo objeto de la pesca de captura en muchas de las regiones continentales del país.
- Por el momento no se han identificado especímenes de barramundi (especie introducida) en las aguas costeras del país, pero tampoco se ha llevado a cabo un estudio detallado al respecto tras la realización de la introducción.
- La NFA ha identificado una serie de especies acuáticas con potencial acuícola, como prioridad para su domesticación (en el caso de las especies locales o nativas) o su introducción desde el extranjero (en el caso de las especies exóticas). Dichas especies con potencial uso en acuicultura en el país se detallan a continuación:

a) Especies a introducir (exóticas)

- Panga, *Pangasius hypophthalmus*
- Gamba, *Penaeus vannamei*
- Pez cabeza de serpiente, *Channa channa*
- Cobia, *Rachycentrum canadum*

b) Especies a domesticar (locales)

- Pepino de mar, *Holothuria fuscogiva*
 - Tilapia de Mozambique, *Oreochromis mossambicus*
 - Langosta de roca, *Panulirus ornatus*
 - Varias especies de meros
- Durante los últimos 10 años Papúa Nueva Guinea ha introducido las siguientes especies desde otras zonas:
- Barramundi desde Australia y Tailandia
 - Macroalga roja cottonii desde Indonesia, Malasia, Filipinas e Islas Salomón
 - Tilapia del Nilo desde Malasia
- Papúa Nueva Guinea no ha exportado ningún recurso acuícola al exterior.

5.1.15.1.2. Capítulo 2

Este capítulo se focaliza en la evaluación del impacto (positivo o negativo) de una serie de factores (predeterminados en el cuestionario) en los recursos genéticos de uso en acuicultura localizados en la granja, y en sus parientes silvestres (la misma especie, pero localizada en el medio natural, sobre todo en el caso de las especies nativas o naturalizadas/ferales). Este capítulo aporta una información esencial sobre las implicaciones de ciertos factores asociados al desarrollo humano en la gestión, desarrollo, mejora y conservación de los recursos genéticos de uso en acuicultura, ubicados bien en la granja o en el medio natural.

Con respecto a los recursos genéticos acuáticos ubicados en granja o sistema productivo, estos han sido los resultados de la evaluación realizada por la NFA:

- Aumento de la población humana: se ha evaluado este factor como positivo para los recursos en la granja, ya que al haber más población que alimentar en el país, y al disminuir notablemente los recursos pesqueros, el sector acuícola está siendo valorado como la única alternativa para cubrir la alta demanda de proteína animal en ciertas regiones del país, como son las zonas del interior alejadas de la costa y con limitado acceso a los recursos ganaderos. Esta visión de la acuicultura está forzando al Gobierno y a las instituciones públicas a poner en marcha programas de mejora de la producción acuícola, incluyendo: mejora genética, manejo reproductivo, alimentación, sistemas de producción más eficientes, etc.
- Aumento del nivel de vida y del nivel de consumo de pescado: en este caso la explicación proporcionada por los oficiales del NFA es prácticamente la misma que en el factor anterior. El aumento de la población del país, con el respectivo aumento de la clase media en algunas de las ciudades del mismo, hace que exista una mayor demanda de pescado. Dado que la pesca extractiva ha disminuido notablemente en los últimos años, la acuicultura se considera como una alternativa válida y totalmente necesaria para cubrir esta demanda de productos pesqueros. Por ello, el Gobierno y las instituciones públicas han comenzado a poner en marcha programas de mejora de la producción acuícola, incluyendo: mejora genética, manejo reproductivo, alimentación, sistemas de producción más eficientes, etc.
- Gobernanza: la legislación actual en el país ha sido evaluada como completa y comprensible, pero de difícil aplicación debido a los limitados recursos económicos y

humanos. A pesar de estas limitaciones el informe considera que las leyes y políticas actuales tienen un efecto positivo en el uso y la conservación de los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura, tanto a nivel de granja como silvestre o natural.

- Cambio climático: este factor, un tanto controvertido, ha sido evaluado como positivo en el caso de los recursos genéticos acuáticos en granja, pero como negativo para sus parientes silvestres. La justificación proporcionada en el informe indica que el aumento de las temperaturas de ciertos cuerpos de agua del país ha abierto las posibilidades al cultivo de especies tropicales como la tilapia o la carpa común, en zonas en las que no se podían cultivar con anterioridad, debido a las bajas temperaturas durante el invierno.
- Por otro lado, se ha mencionado que, al haber aumentado las lluvias en ciertas regiones del territorio, los cuerpos de agua disponibles para el cultivo en jaulas se han visto también aumentados. No existen aportación de evidencias científicas con respecto a estas afirmaciones.
- Competición por los recursos naturales, especialmente por los recursos de agua dulce: este factor ha sido evaluado por los oficiales de la NFA como positivo para los recursos genéticos acuáticos de las granjas, ya que la alta competencia por el uso de los recursos naturales, no solamente el agua, sino también la tierra y los alimentos, han forzado a los productores y al gobierno a desarrollar sistemas más eficientes y más productivos, que incluyen la mejora genética entre sus ámbitos de actuación.
- Cambios en los valores éticos de los consumidores: siguiendo la reflexión realizada en los dos primeros factores enumerados, este aspecto también ha sido evaluado como positivo para la conservación y el uso de los recursos genéticos de uso en acuicultura. Los consumidores de clase media demuestran más interés por el pescado en sus dietas, y quieren que ese pescado sea de calidad y de origen local, si es posible. Por estos motivos la producción acuícola se debe fomentar y desarrollar para asegurar una producción homogénea y estable, de calidad y local a los consumidores del país, que verán las importaciones de productos pesqueros disminuir. El aumento de la producción acuícola local se conseguirá gracias al desarrollo e implementación de programas de mejora productiva que incluyan una mejor gestión de los recursos genéticos acuáticos.

Con respecto a los recursos genéticos acuáticos silvestres (la misma especie, pero ubicada en el medio natural), estos han sido los resultados de la evaluación:

- Aumento de la población humana: la mayor parte de los factores enumerados en el cuestionario se han evaluado como causantes de un impacto negativo en los recursos genéticos acuáticos existentes en el medio natural (los parientes silvestres), ya que el aumento de la población en el país está llevando a su sobreexplotación pesquera.
- Aumento del nivel de vida y del nivel de consumo de pescado: como se ha mencionado en el factor anterior, la mayor parte de los factores enumerados en el cuestionario se han evaluado como causantes de un impacto negativo en los recursos genéticos acuáticos existentes en el medio natural (los parientes silvestres) ya que la mejora del nivel de vida y el aumento en el consumo de pescado está llevando a su sobreexplotación pesquera.
- Gobernanza: la legislación actual en el país ha sido evaluada como completa y comprensible, pero de difícil aplicación debido a los limitados recursos económicos y humanos. A pesar de estas limitaciones, el informe considera que las leyes y políticas actuales tienen un efecto positivo en el uso y la conservación de los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura, tanto a nivel de granja como a nivel silvestre o natural.
- Cambio climático: este factor ha sido evaluado como negativo en el caso de los parientes silvestres, ya que ha provocado la desaparición o cambio radical en ciertos hábitats y

ecosistemas que son necesarios para la conservación de los recursos genéticos de los parientes silvestres en el medio natural.

- Competición por los recursos naturales, especialmente por los recursos de agua dulce: se ha evaluado este factor como negativo para los recursos genéticos de los parientes silvestres, ya que la disminución de los recursos naturales disponibles para el desarrollo económico del país (disminución de tierras y aguas disponibles para el cultivo agrícola, el turismo, la minería, etc.) está provocando que ciertos hábitats y ecosistemas donde viven los parientes silvestres estén amenazados y en peligro.
- Cambios en los valores éticos de los consumidores: este factor se ha evaluado como positivo, ya que los consumidores actuales (de clase media o media/alta) están ciertamente concienciados sobre la necesidad de conservar la biodiversidad nacional para asegurar la alimentación de generaciones presentes y futuras.

Tabla 26. Resumen de la evaluación de los factores con impacto en los recursos genéticos acuáticos

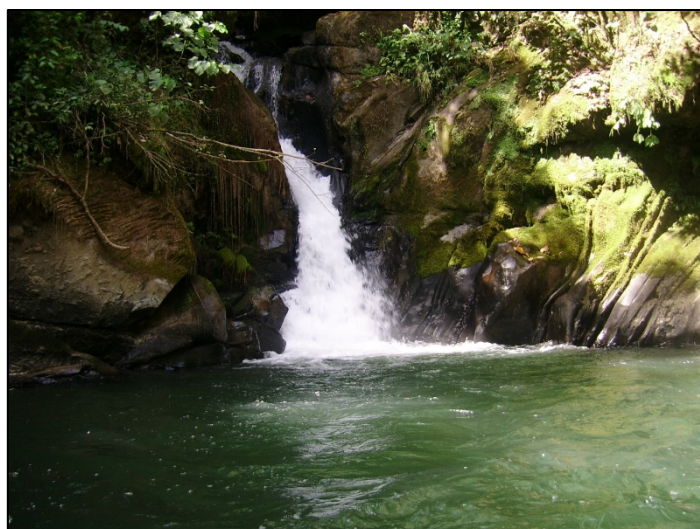
Factores	Recursos genéticos acuáticos cultivados (granja)	Recursos genéticos acuáticos silvestres (medio natural)
Aumento de la población humana	POSITIVO	NEGATIVO
Aumento del nivel de vida y de consumo de pescado	POSITIVO	NEGATIVO
Gobernanza	POSITIVO	POSITIVO
Cambio climático	POSITIVO	NEGATIVO
Competición por los recursos naturales, especialmente por los recursos de agua dulce	POSITIVO	NEGATIVO
Cambios en los valores éticos de los consumidores	POSITIVO	NEGATIVO

5.1.15.1.3. Capítulo 3

Este capítulo se focaliza en los programas o estrategias de conservación *in situ* (dentro de su hábitat natural) que existen en el país. En actualidad existen dos zonas naturales protegidas en cuanto a sus recursos genéticos acuáticos, que están declaradas por la Convención de Ramsar (La Convención sobre los Humedales, llamada la Convención de Ramsar) (Ramsar, 2017; IPA, 2006). Estas son las dos únicas zonas en las que se lleva a cabo un programa más o menos efectivo de conservación de especies de interés nacional, bien por mera conservación de la biodiversidad o bien para la conservación de recursos de interés acuícola presente o futuro (SOPAC, 2007)

La Convención de Ramsar entró en vigor en Papúa Nueva Guinea el 16 de julio de 1993. Como se ha mencionado anteriormente Papúa Nueva Guinea tiene actualmente 2 sitios (Figura 61) designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), con una superficie de 594.924 hectáreas.

Figura 61. Cascada en el sitio Ramsar de Tonda



- **Lago Kutubu**, en la provincia de Southern Highlys. Con una superficie total de 4.924 Ha y una ubicación de 06 ° 25'S 143 ° 20'E. Este lago es considerado como un “Área de Manejo de Vida Silvestre” dentro de la legislación nacional. Es el segundo lago más grys de Papúa Nueva Guinea.

Se trata de un lago de agua dulce kárstico de piedra caliza ubicado en el remoto y aislado sur de las montañas del país, a 800m sobre el nivel del mar. El sitio incluye aproximadamente 1.000 hectáreas de bosque pantanoso. El extraordinario nivel de endemismo del lago (10 de las 14 especies de peces encontradas allí son endémicas al lago mismo) excede el de cualquier otro lago en toda la región de Nueva Guinea-Australia.

- **Área de Manejo de Vida Silvestre de “Tonda”**. Situado en la provincia occidental (westlys), con una superficie de 590.000 Ha y ubicado en la posición 08 ° 45'S 141 ° 23'E. Este lugar Ramsar también es considerado como un “Área de Manejo de Vida Silvestre” dentro de la legislación nacional (Figura 61). Es una zona relativamente plana de llanuras costeras sujetas a inundaciones estacionales de agua dulce. El sitio, que limita con la frontera de Indonesia, incluye una gran cantidad de ríos y arroyos, manglares, praderas y bosques de sabana. En esta zona se han identificado más de sesenta y tres especies de peces endémicos. Existen más de 1.500 familias residentes dentro de la zona protegida, que se dedican principalmente a la caza, la agricultura y a la ganadería.

Aparte de estas dos grys zonas protegidas, el país no reconoce ninguna otra zona o área en la que se lleven a cabo esfuerzos reales de conservación de recursos genéticos de relevancia para el país, aunque se están destinando actualmente esfuerzos financieros y técnicos notables para el establecimiento de zonas marinas protegidas.

5.1.15.1.4. Capítulo 4

Este capítulo se focaliza en los programas de conservación *ex situ* (fuera de su hábitat natural, como colecciones *in vivo* o *in vitro*) llevados a cabo en el país, para la conservación de recursos genéticos acuáticos de relevancia para la acuicultura o la pesca. Actualmente existen algunas colecciones de especímenes vivos en el centro público de producción de semilla de Aiyura, localizado en la provincia de Goroka. En este centro se mantienen reproductores de las siguientes especies de agua dulce (todas ellas exóticas): tilapia del Nilo, carpa común y trucha arco iris. A su vez, existe una pequeña colección de microalgas de uso común en el desarrollo larvario de especies acuáticas de agua salada en el laboratorio de semilla de Kavieng, situado en la provincia de Nueva Irlanda.

En este laboratorio se lleva a cabo la reproducción y cría larvaria de barramundi. Para su desarrollo larvario se mantienen colecciones de las siguientes especies de microalgas: *Chaetoceros muelleri*,

Isocrysis galvana y *Nannochloropsis oculatta*. También se cuenta con una colección de pequeños crustáceos como *Artemia salina*. Por el momento el país no cuenta con ningún programa de conservación *in vitro* de recursos genéticos acuáticos de importancia para el país (crio preservación de esperma, embriones, tejidos, etc.), ni por parte de instituciones públicas, ni por parte de instituciones privadas, lo que es un punto clave a considerar dentro de una estrategia de desarrollo sostenible, dado la gran cantidad de endemismos existentes en el país.

5.1.15.1.5. Capítulo 5

Este capítulo se focaliza en la evaluación de los principales actores con intereses en el uso, la gestión, el desarrollo y la conservación de los recursos genéticos acuáticos. El cuestionario presenta una tabla con una serie de actores previamente identificados como relevantes en este ámbito del sector acuícola. Los diferentes roles de cada actor han sido evaluados por los oficiales de la NFA, y los resultados se detallan en la Tabla 27.

Tabla 27. Evaluación de los roles de cada uno de los actores con intereses en los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura

Actores	Roles en materia de recursos genéticos acuáticos
Pescadores (pesca extractiva)	Conservación, explotación, sensibilización, extensión
Acuicultores	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión
Responsables de laboratorios de semilla	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión
Vendedores de reproductores o de semilla	Comercialización, sensibilización, extensión
Legisladores	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión (indirectamente)
Oficiales de pesca y acuicultura (nacionales y provinciales)	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión (indirectamente)
Oficiales a cargo de la gestión de zonas protegidas	Conservación, sensibilización y extensión
Donantes	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión (indirectamente)
Consumidores	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión (indirectamente)
Agrupaciones de productores	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión

5.1.15.1.6. Capítulo 6

Este capítulo se focaliza en la evaluación de las principales leyes y políticas relacionadas con el uso, la conservación y la gestión de los recursos genéticos acuáticos en acuicultura, identifico los principales problemas y limitaciones para su aplicación. También se identifican las principales lagunas existentes en la legislación actual en el país. El marco legal que gobierna la gestión de estos recursos está estructurado alrededor de los instrumentos que ya han sido presentados en la sección 1.3.2.

El informe identifica como principales problemas o limitaciones relacionados con la aplicación real del marco legal la falta de recursos humanos y financieros, sobre todo a nivel provincial y local. La legislación existente es estricta y bien definida pero su aplicación en la realidad dista mucho de ser eficiente y efectiva. Por otro lado, existe un grave problema relacionado con los recursos humanos: la mayor parte de los oficiales nacionales, bien sean de pesca, cuarentena o medio ambiente, están sujetos a programas de formación en el extranjero a través del establecimiento de acuerdos bilaterales con Australia y Nueva Zelya (que son países con enormes intereses comerciales e industriales en Papúa Nueva Guinea). Estos programas de formación son extremadamente positivos para el país y el sector acuícola (agrícola, en general), en teoría, pero la realidad es que la mayor parte de los oficiales formados no regresa al país para aplicar los conocimientos adquiridos, ya que no existe un programa de control para su posterior reincorporación a la administración pública.

5.1.15.1.7. Capítulo 7

Este capítulo se focaliza en la evaluación de los programas de formación, investigación e intercambio en materia de recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura. Con respecto a la educación, el cuestionario debe cumplimentarse incluyendo todos los centros de formación relacionados con la acuicultura, que suelen ser los mismos que en los que se llevan a cabo los programas de investigación en la mayor parte de los países en vías de desarrollo, ya que no se cuenta con programas de investigación privados. Con respecto a las instituciones implicadas en educación, la NFA ha enumerado las siguientes:

- Universidad de Port Moresby: se encuentra ubicada en la capital y ofrece una formación de grado superior en pesca, que incluye algunas materias sobre acuicultura y gestión de los recursos genéticos acuáticos. Estas materias incluyen una pequeña parte del temario relativa a los programas de mejora genética más utilizados en acuicultura: selección genética tradicional, yrogénesis, poliploidia, producción monosexo, selección asistida por marcadores moleculares, etc. No incluyen, sin embargo, ninguna información relativa a las estrategias de conservación y evaluación económica de los recursos genéticos acuáticos. Por el momento esta universidad no lleva a cabo programas de doctorado en acuicultura o temas relacionados.
- Colegio Nacional de Pesca: se encuentra ubicado en la ciudad de Kavieng, en la provincia de Nueva Irlya. En este Colegio se imparten formaciones universitarias relacionadas con la pesca oceánica, que cuentan con algunas materias relativas a la conservación y gestión de poblaciones de pesca.
- Laboratorio de Maricultura de Kavieng: en este laboratorio se llevan a cabo algunos programas no universitarios de formación vocacional o profesional, como los de técnico de laboratorio de acuicultura y técnico de granja de acuicultura.
- Laboratorio de semilla de agua dulce de Aiyura: en este laboratorio se llevan a cabo algunos programas de formación vocacional o profesional similares a los anteriormente mencionados.

Con respecto a las instituciones o centros en los que se llevan a cabo programas de investigación relacionados con los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura, se han enumerado las siguientes:

- Universidad de Port Moresby: llevan a cabo un programa de investigación sobre la mejora genética del camarón de agua dulce de la especie *Macrobrachium rosenbergii*, y otro programa sobre la domesticación y cría/reproducción en cautividad del camarón de agua dulce de la especie *Macrobrachium lar*.
- Colegio Nacional de Pesca: están implicados en los programas de investigación que se llevan a cabo en el laboratorio de maricultura de Kavieng, dado su cercanía geográfica (detallados a continuación).
- Laboratorio de Maricultura de Kavieng: este centro está actualmente llevyendo a cabo un programa de cría y domesticación de la especie de pepino de mar *Holothuria scabra*, un programa de selección genética por métodos tradicionales de barramundi, en colaboración con los productores de engorde de la zona, y un programa de recolección y engorde de la especie de ostra de agua salada *Pteria penguin* (todavía en fases iniciales), para la producción de medias-perlas.
- Laboratorio de semilla de agua dulce de Aiyura: este centro lleva a cabo desde hace varios años un programa de investigación sobre la mejora genética por métodos tradicionales de las principales especies de agua dulce cultivadas en el país: tilapia del Nilo, trucha arco iris y carpa común. Se está comenzando a montar un nuevo programa de investigación para la producción monosexo de tilapia del Nilo (solo machos) y de trucha arco iris (solo hembras), que está todavía en sus etapas iniciales.

Finalmente, con respecto a los programas existentes en materia de colaboración nacional/internacional sobre recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura:

- ACIAR: el centro australiano para la investigación en materia de agricultura tiene un fuerte programa de colaboración con Papúa Nueva Guinea, dados los intereses económicos y políticos de Australia en el país (se debe mencionar que Australia es uno de los principales países implicados en la industria minera y forestal en Papúa Nueva Guinea). A través de este programa ACIAR proporciona becas de formación a oficiales de la administración y a profesores en centros de estudios australianos. También aporta apoyo técnico y financiero a las estaciones públicas de producción de semilla de especies de agua marina y de agua continental anteriormente mencionadas.
- Ministerio de educación de Nueva Zelandia: aporta apoyo técnico y financiero a las estaciones públicas de producción de semilla de especies de agua marina y de agua continental anteriormente mencionadas, así como a la estación de producción de semilla de camarón de agua dulce situada en la Universidad de Port Moresby.
- JICA: aporta apoyo técnico y financiero a las estaciones públicas de producción de semilla de especies de agua marina y de agua continental anteriormente mencionadas.

5.1.15.1.8. Capítulo 8.

Este capítulo se focaliza en el ámbito de la colaboración internacional en materia de uso, conservación, mejora y gestión de los recursos genéticos de relevancia para el sector acuícola. La NFA ha identificado en el informe los siguientes ámbitos de colaboración como esenciales a potenciar y/o desarrollar a nivel internacional, bien dentro de la región, o fuera de ella (sobre todo con países asiáticos, dada su cercanía a Papúa Nueva Guinea y a su alto desarrollo del sector acuícola:

- Mejora de los conocimientos básicos sobre recursos genéticos.
- Mejora de los sistemas de clasificación taxonómica.
- Mejora de los conocimientos en materia de programas y sistemas de mejora genética.
- Mejora de las estrategias de conservación de recursos genéticos de relevancia para el país.
- Mejora de los conocimientos en materia de evaluación económica de los recursos genéticos existentes y futuros, y evaluación coste-beneficio de posibles programas de mejora genética a ser desarrollados en el futuro.

La NFA considera (NFA. Jacob Wani, Comunicación Personal) la colaboración establecida con la FAO y con el SPC como realmente fructífera, y desearía continuar este intercambio y abrirse a otras instituciones de acuicultura y pesca de la zona asiática, como son NACA y SEAFDEC. Por otro lado, las colaboraciones establecidas, desde hace ya muchos años, en materia de acuicultura, con las instituciones ACIAR, GIZ, JICA, AUSAID entre otras han sido realmente fructíferas (NFA. Jacob Wani, Comunicación Personal). Estas organizaciones de desarrollo han aportado el apoyo técnico y financiero necesario para desarrollar todos los centros de producción de semilla públicos existentes en el país.

5.2. Resultados de la evaluación del estado sanitario de las poblaciones de cultivo

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación del estado sanitario de las poblaciones de cultivo existentes actualmente en el país, que fueron determinadas a través de la evaluación del sector.

5.2.1. Resultados del análisis bacteriano

Tras la realización de los análisis bacterianos descritos en la sección 3.2 de la presente Tesis, los resultados obtenidos por especie de cultivo se presentan a continuación (Tabla 28). Previamente a los resultados por especie se presenta el protocolo de muestreo por especie, como recordatorio.

Tabla 28. Numero de granjas de engorde y de centros de producción de semilla muestreados para cada especie a estudio, y su ubicación en el país a nivel provincial

Especie	Granjas de engorde	Centros de semilla	Provincia/s
---------	--------------------	--------------------	-------------

Trucha arco iris	40 (todas las existentes)	2	Highlys
Carpa común	50 (todas las existentes)	1	Highlys Simbu
Tilapia del Nilo	1098 (60% de la producción)	1	Todas las provincias salvo Gulf, Central, Capital District, New Irely, Bougainville y Milne Bay
Barramundi	1*	1 (solamente hay uno)	New Irely
Pepino de mar	2	1 (solamente hay uno)	New Irely
Milkfish	1	No existe	Milne Bay
Langosta de roca	1	No existe	Milne Bay
Cangrejo de Manglar	1	No existe	Milne Bay
Camarón de agua salada	2 (90% de la producción)	No existe	Milne Bay
Camarón de agua dulce	27 (90% de la producción)	1 (solamente hay uno)	Capital district Gulf Central
Macroalga roja	3 (90% de la producción)	No procede	Boungainville
TOTAL	1227	7	20 provincias

*En el caso de que se indique 1 sola granja de engorde significa que solamente hay una granja de engorde de esa especie acuática en todo el país

5.2.1.1. Trucha arco iris

En el caso de la trucha arco iris, se tomaron muestras estériles para el cultivo bacteriológico durante la necropsia de las muestras pertenecientes a las 40 granjas de engorde del país. Se tomaron muestras estériles de órganos internos como cerebro, nervio ocular, riñón anterior y bazo para el caso de los análisis bacteriológicos generales. Estas muestras fueron sembradas en un medio de cultivo sólido general, Agar Columbia Sangre al 5%. También se tomaron muestras estériles de mucosa branquial, mucosa cutánea y aletas para la evaluación de la presencia de bacterias del género *Flavobacterium* sp (Lafrentz, 2002). Estas muestras fueron sembradas en el medio de cultivo selectivo y específico FMM. Durante el muestreo se realizaron las siembras iniciales de cada uno de los órganos anteriormente mencionados en las placas, y éstas fueron incubadas para el posterior aislamiento e identificación de las cepas bacterianas problema. Se debe remarcar que este estudio se basa en poblaciones y no con individuos, y debido a ello se evaluaron las placas de cultivo iniciales con una perspectiva poblacional, en la que solamente se seleccionaron las colonias relevantes y significativas en la placa y para un número mayor del 30% individuos muestreados (Ortega, 1995). Las principales bacterias buscadas en esta especie han sido: *Aeromonas salmonicida*, *Yersinia ruckerii*, *Lactococcus garvieae*, *Aeromonas hydrophila*, *Renibacterium salmoninarum*, *Streptococcus iniae* (y otras especies de *S. iniae* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional), *Staphylococcus aureus* (y otras especies de *Staphylococcus* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional), y bacterias del género *Flavobacterium*.

Debemos remarcar que los resultados de los análisis bacterianos fueron realmente buenos y esperanzadores en el caso de esta especie, en contrapartida con los resultados parasitarios. Ninguno de los agentes bacterianos de alta patogenicidad enumerados anteriormente, principalmente *Aeromonas salmonicida*, *Yersinia ruckerii*, *Lactococcus garvieae* y *Renibacterium salmoninarum* fue aislado en las muestras examinadas, lo que es un resultado realmente positivo. Tres de las especies anteriormente

citadas, *Aeromonas salmonicida*, *Yersinia ruckerii* y *Renibacterium salmoninarum* son patógenos de declaración obligatoria para la OIE, por lo que su ausencia en este primer cribado a nivel nacional es muy esperanzadora (OIE, 2016; Thornton, 1994), de cara a la certificación de las granjas, a la evaluación de posibles aperturas de mercado y a la evaluación de posibles exportaciones a países vecinos dentro de la región del Pacífico (ADB, 2008). Por otro lado, y como se puede observar en la Tabla 46 a continuación, otros patógenos, en su mayor parte considerados oportunistas y ligados a inadecuadas estrategias de gestión de la granja, fueron aislados e identificados en ciertas poblaciones (Lahav, 2004; Roy, et al, 2010; Santos, 1988). Debemos remarcar que, en general, el análisis bacteriano fue altamente positivo en la mayor parte de las especies de cultivo en el país (Groff, 2000). Esto puede ser debido a varios motivos (Roberts, 2010): baja intensificación de las producciones (por el momento), sistemas de cultivo extensivos e integrados que favorecen el crecimiento de flora bacteriana beneficiosa para el organismo y disminuyen la presencia de posibles patógenos oportunistas, limitado o no existente movimiento o intercambio de animales acuáticos con otros países debido al aislamiento del país (FAO DIAS; SOPAC, 2007), zonas de producción poco contaminadas (Allen, 1991; Coates, 1986) y con poca carga microbiológica (aguas salobres, zonas costeras, ríos, lagos, etc) y que la introducción de las especies de cultivo exóticas se llevó a cabo hace muchos años (FAO DIAS), por lo que no ha habido intercambios recientes (Somare, M. 2004).

La Tabla 29 presenta una compilación de los resultados obtenidos en las 40 granjas de engorde muestreadas y en las estaciones de producción de semilla, una de ellas es la estación de semilla pública de Aiyura y la otra es una estación privada de producción de semilla que pertenece a la asociación de productores. Las abreviaturas utilizadas para la Tabla 46 han sido las siguientes:

- *Aeromonas salmonicida*: AS
- *Yersinia ruckerii*: YR
- *Lactococcus garvieae*: LG
- *Aeromonas hydrophila*: AH
- *Renibacterium salmoninarum*: BKD
- *Streptococcus iniae*: SI
- *Staphylococcus aureus*: SA
- *Flavobacterium branchiophyla*: FB
- *Flavobacterium columnare*: FC
- *Flavobacterium psychrophila*: FP

En referencia a los resultados positivos para alguna de las bacterias enumeradas anteriormente, se presenta información adicional detallada sobre prevalencia, signos clínicos y factores de riesgo en la Tabla 30.

Tabla 29. Compilación de resultados bacterianos para la trucha arco iris

Tipo de granja/presencia patógeno	AS	YR	LG	AH	BKD	SI	SA	FB	FC	FP

Engorde	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Semilla	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO

Como se puede observar en la Tabla 27, solamente tres especies bacterianas fueron aisladas e identificadas siguiendo la metodología tradicional detallada en la sección 4. Estas bacterias fueron *Aeromonas hydrophila*, tanto en el caso de las granjas de engorde como en el caso de los centros de producción de semilla, *Streptococcus iniae* en el caso de las granjas de engorde y *Flavobacterium branchyophyla* solamente en el centro privado de producción de semilla. Se debe tener en cuenta que para los cálculos de la prevalencia se han considerado 40 granjas de engorde y 2 centros de producción de semilla.

Tabla 30. Información detallada del aislamiento bacteriano positivo en trucha arco iris

Especie bacteriana*	Granjas afectadas	Prevalencia	Signos clínicos	Factores de riesgo
<i>Aeromonas hydrophila</i> Granjas de engorde (Cipriano, 2001; Kompanets, 1992)	17 granjas de engorde con 2 o más estanques positivos	42.5% en el caso de las granjas de engorde	- Tasa de crecimiento baja - Anorexia - Inflamación de órganos internos moderada (bazo, riñón anterior, tejido pancreático)	Moderadas/altas densidades de cultivo combinadas con bajos niveles de oxígeno y alta acumulación de materia orgánica en los estanques
<i>Aeromonas hydrophila</i> Centro de producción de semilla (Burke, 1981; Soliman, 1980)	2 centros de producción de semilla	100% en el caso de los centros de producción de semilla	- Anorexia - Letargia - Inflamación de órganos internos moderada (bazo, riñón anterior, tejido pancreático)	Excesivas densidades de cultivo en la producción de alevines, combinado con limitado control de la calidad de agua.
<i>Streptococcus iniae</i> Granjas de engorde (Lahav, 2004)	2 granjas de engorde con 2 o más estanques positivos	5%	- Tasa de crecimiento limitada - Inflamación moderada de órganos internos tales como bazo, hígado o riñón anterior	Altas densidades de cultivo y limitado recambio de agua. Cambios bruscos de temperatura.
<i>Flavobacterium branchyophyla</i> Centro de producción de semilla (Lafrentz, 2002; Nieto, 1984)	1 de los centros de producción de semilla (centro privado)	50%	- Dificultades respiratorias (boqueo) - Letargia - Anorexia - Inflamación, exceso de mucosa y limitadas áreas de necrosis en laminillas branquiales	Cambios bruscos de temperatura y protocolos de higiene inadecuados a nivel de tanques, equipos y personal.

*Se indican las referencias bibliográficas correspondientes al estudio de las especies bacterianas en cada una de las especies de cultivo a estudio.

5.2.1.2. Tilapia del Nilo

En el caso de la tilapia del Nilo, se tomaron muestras estériles para el cultivo bacteriológico durante la necropsia de las muestras provenientes de las 1098 granjas de engorde estudiadas en el país. Se tomaron

muestras estériles de órganos internos como cerebro, nervio ocular, riñón anterior y bazo para el caso de los análisis bacteriológicos generales. Estas muestras fueron sembradas en un medio de cultivo sólido general, Agar Columbia Sangre al 5%. También se tomaron muestras estériles de mucosa branquial, mucosa cutánea y aletas para la evaluación de la presencia de bacterias del género *Flavobacterium* spp. Estas muestras fueron sembradas en el medio de cultivo selectivo y específico FMM. Durante el muestreo se realizaron las siembras iniciales de cada uno de los órganos anteriormente mencionados en las placas y éstas fueron incubadas para el posterior aislamiento e identificación de las cepas bacterianas problema. Se debe remarcar que este estudio está trabajado con poblaciones y no con individuos, y debido a ello se evaluaron las placas de cultivo iniciales con una perspectiva poblacional, en la que solamente las colonias relevantes y significativas en la placa, y para un número mayor del 30% de individuos muestreados fueron seleccionadas (Ortega, 1995). Las principales bacterias buscadas en esta especie han sido: *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Streptococcus iniae* (y otras especies de *Streptococcus* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional de relevancia en el cultivo de la tilapia del Nilo, tales como *S. agalactiae*, *S. difficilis* y *S. milleri*), *Staphylococcus aureus* (y otras especies de *Staphylococcus* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional) y bacterias del género *Flavobacterium* (Miyazaki, 1984).

Los resultados de los análisis bacterianos en el caso de la tilapia del Nilo fueron también muy buenos y esperanzadores, en contrapartida con los resultados parasitarios que se presentan en la sección sobre análisis parasitarios (Chapman, 1992). Solamente fueron aisladas e identificadas dos especies bacterianas en las 1.098 granjas de engorde y centros de producción de semilla, con una prevalencia moderada (Ali, 1996). Estas especies bacterianas pueden ser consideradas como oportunistas y ligadas a estrategias inadecuadas de gestión de la granja (Faisal, 1999; Ndong, 2007; Shoemaker, 2000). Se debe resaltar que, en general, los resultados obtenidos fueron muy adecuados en la mayor parte de las especies de cultivo en el país. Esto puede ser debido a varios motivos (Roberts, 2010): baja intensificación de las producciones (por el momento), sistemas de cultivo extensivos e integrados que favorecen el crecimiento de microbiota bacteriana beneficiosa para el organismo y disminuyen la presencia de posibles patógenos oportunistas, movimiento o intercambio de animales acuáticos con otros países limitado o inexistente debido al aislamiento del país (FAO DIAS, 2007; SOPAC, 2007), zonas de producción poco contaminadas (Allen, 1991; Coates, 1986) y con poca carga microbiológica (aguas salobres, zonas costeras, ríos, lagos, etc.) y, finalmente, que la introducción de las especies de cultivo exóticas se llevó a cabo hace muchos años (FAO DIAS, 2007), por lo que no ha habido intercambios recientes (Somare, 2004).

La Tabla 31 presenta una compilación de los resultados obtenidos en las 1.098 granjas de engorde muestreadas y en las estaciones de producción de semilla (una de ellas es la estación de semilla pública de Aiyura y la otra es una estación privada de producción de semilla que pertenece a la asociación de productores). Las abreviaturas utilizadas para la Tabla 31 han sido las siguientes:

- *Aeromonas hydrophila*: AH
- *Edwardsiella tarda*: ET
- *Streptococcus iniae*: SI
- *Staphylococcus aureus*: SA
- *Flavobacterium branchiophyla*: FB
- *Flavobacterium columnare*: FC

En el caso de los resultados positivos para alguna de las bacterias enumeradas se presenta información adicional detallada sobre la prevalencia, signos clínicos y factores de riesgo en la Tabla 32.

Tabla 31. Compilación de resultados bacterianos para la tilapia del Nilo

Tipo de granja/presencia patógeno	AH	ET	SI	SA	FB	FC
Engorde	SI	NO	SI	NO	NO	NO
Semilla	SI	NO	NO	NO	NO	NO

Como se puede observar en la Tabla 31, solamente fueron aisladas e identificadas dos especies bacterianas siguiendo la metodología de bacteriología tradicional detallada en la Sección 4. Estas bacterias fueron *Aeromonas hydrophila*, tanto en el caso de las granjas de engorde como en el caso de los centros de producción de semilla y *Streptococcus iniae* en el caso de las granjas de engorde, que es el hallazgo encontrado por otros autores que no encontraron casos de *Aeromonas hydrophila* en centros de producción de semilla (Low, 1999). Se debe tener en cuenta que para los cálculos de la prevalencia se han considerado 1098 granjas de engorde y 2 centros de producción de semilla.

Tabla 32. Información detallada del aislamiento bacteriano positivo en la tilapia del Nilo

Especie bacteriana*	Granjas afectadas	Prevalencia	Signos clínicos	Factores de riesgo
<i>Aeromonas hydrophila</i> Granjas de engorde (Ali, 1996; Burke, 1981)	322 granjas de engorde con 2 o más estanques positivos	29.3% en el caso de las granjas de engorde	- Tasa de crecimiento baja - Anorexia - Inflamación de órganos internos moderada (bazo, riñón anterior, tejido pancreático)	Moderadas/altas densidades de cultivo combinadas con bajos protocolos de gestión del estanque y de renovación de agua
<i>Aeromonas hydrophila</i> Centro de producción de semilla (Jya, 1991)	2 centros de producción de semilla	100% en el caso de los centros de producción de semilla	- Anorexia - Letargia - Inflamación de órganos internos moderada (bazo, riñón anterior, tejido pancreático)	Excesivas densidades de cultivo en la producción de alevines, combinado con limitado control de la calidad de agua.
<i>Streptococcus iniae</i> Granjas de engorde (Ndong, 2007)	59 granjas de engorde con 2 o más estanques positivos	5.3%		Altas densidades de cultivo y exceso de eutrofización debido a una fertilización excesiva del estanque.

*Se indican las referencias bibliográficas correspondientes al estudio de las especies bacterianas en cada una de las especies de cultivo a estudio.

5.2.1.3. Carpa común

Las principales bacterias buscadas en esta especie han sido: *Aeromonas salmonicida*, *Aeromonas hydrophila*, *Streptococcus iniae* (Low, 1999) (y otras especies de *Streptococcus* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional), *Staphylococcus aureus* (y otras especies de *Staphylococcus* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional) y bacterias del género *Flavobacterium*.

Los resultados de los análisis bacterianos en el caso de la carpa común fueron también muy buenos y esperanzadores, en contrapartida con los resultados parasitarios que se presentan en la sección a continuación. Solamente tres especies bacterianas han sido aisladas e identificadas en las 50 granjas de engorde y centros de producción de semilla, con una prevalencia moderada (Eissa. 1994). Debemos remarcar que, en general, el análisis bacteriano fue altamente positivo en la mayor parte de las especies de cultivo en el país.

La Tabla 33 presenta una compilación de los resultados obtenidos en las 50 granjas de engorde muestreadas y en la estación de producción de semilla pública de Aiyura. Las abreviaturas utilizadas para la Tabla 50 han sido las mismas que las utilizadas para la trucha arco iris y la carpa común en el apartado anterior.

En el caso de los resultados positivos para alguna de las bacterias enumeradas se presenta información adicional detallada sobre la prevalencia, signos clínicos y factores de riesgo en la Tabla 33.

Tabla 33. Compilación de resultados bacterianos para la carpa común

Tipo de granja/presencia patógeno	AS	AH	SI	SA	FB	FC
Engorde	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Semilla	NO	SI	NO	NO	SI	SI

Como se puede observar en la Tabla 33 solamente fueron aisladas e identificadas tres especies bacterianas siguiendo la metodología de bacteriología tradicional detallada en la Sección 4. Estas bacterias fueron *Aeromonas hydrophila*, tanto en el caso de las granjas de engorde como en el caso del centro de producción de semilla, y *Flavobacterium branchyophyla* y *Flavobacterium columnare* en el caso del centro de producción de semilla. Se debe tener en cuenta que para los cálculos de la prevalencia se han considerado las 50 granjas de engorde y solamente un centro de producción de semilla.

Tabla 34. Información detallada del aislamiento bacteriano positivo en la carpa común

Especie bacteriana*	Granjas afectadas	Prevalencia	Signos clínicos	Factores de riesgo
----------------------------	--------------------------	--------------------	------------------------	---------------------------

<i>Aeromonas hydrophila</i> Granjas de engorde (Eissa, 1990; Eissa, 1994)	13 granjas de engorde con 2 o más estanques positivos	26% en el caso de las granjas de engorde	- Tasa de crecimiento baja - Anorexia - Inflamación de órganos internos moderada (bazo, riñón anterior, tejido pancreático)	Moderadas/altas densidades de cultivo combinadas con bajos protocolos de gestión del estanque y de renovación de agua
<i>Aeromonas hydrophila</i> Centro de producción de semilla (Eissa, 1990; Kompanets, 1992)	Centro de producción de semilla de Aiyura (público)	100%	- Anorexia - Letargia - Inflamación de órganos internos moderada (bazo, riñón anterior, tejido pancreático)	Excesivas densidades de cultivo en la producción de alevines, combinado con limitado control de la calidad de agua.
<i>Flavobacterium branchyophyla</i> Centro de producción de semilla (Lafrentz, 2002)	Centro de producción de semilla de Aiyura (público)	100%	- Dificultades respiratorias (boqueo) - Letargia - Anorexia - Inflamación, exceso de mucosa y áreas limitadas de necrosis en laminillas branquiales	Cambios bruscos de temperatura y protocolos de higiene inadecuados a nivel de tanques, equipos y personal.
<i>Flavobacterium columnare</i> Centro de producción de semilla (Lafrentz, 2002; Sakai, 1993)	Centro de producción de semilla de Aiyura (público)	100%	- Letargia - Anorexia - Inflamación, descamación y necrosis en la zona dorsal cutánea (lesiones en forma de “silla de montar”)	Cambios bruscos de temperatura y protocolos de higiene inadecuados a nivel de tanques, equipos y personal.

**Se indican las referencias bibliográficas correspondientes al estudio de las especies bacterianas en cada una de las especies de cultivo a estudio.*

5.2.1.4. Barramundi

En el caso del barramundi, se tomaron muestras estériles para el cultivo bacteriológico durante la necropsia de las muestras provenientes de la única granja de engorde existente en el país, y del centro

público de producción de semilla situado en la provincia de Nueva Irlya. Teniendo en cuenta que esta especie está siendo cultivada en aguas marinas en el caso de Papúa Nueva Guinea, las principales bacterias buscadas en esta especie han sido: *Vibrio harveyi* (y otras especies del género *Vibrio* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional), *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas caviae*, *Streptococcus iniae* (y otras especies de *Streptococcus* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional), *Photobacterium damsela* (y otras especies del género *Photobacterium* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional), bacterias del género *Pseudomonas* y bacterias del género *Tenacibaculum* (*Tenacibaculum maritimum*).

Los resultados de los análisis bacterianos en el caso del barramundi fueron relativamente buenos y esperanzadores, en contrapartida con los resultados parasitarios, que se presentan en la sección a continuación (Bromage. 1999). Solamente dos especies bacterianas fueron aisladas e identificadas en la única granja de engorde y ningún crecimiento bacteriano se obtuvo en el caso del centro de producción de semilla.

La Tabla 51 presenta un compendio de los resultados obtenidos en la única granja de engorde muestreada y en la estación de producción de semilla publica de la isla de Nago (Kavieng, provincia de Nueva Irlya). Las abreviaturas utilizadas para la Tabla 51 se han presentado en el caso de la trucha arco iris y en la sección de material y métodos.

En el caso de los resultados positivos para alguna de las bacterias enumeradas se presenta información adicional detallada sobre la prevalencia, signos clínicos y factores de riesgo en la Tabla 35.

Tabla 35. Compilación de resultados bacterianos para el barramundi

Tipo de granja/presencia patógeno	VH	AH	AS	AC	SI	PD	P	TM
Engorde	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Semilla	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Como se puede observar en la Tabla 35 solamente fueron aisladas e identificadas dos especies bacterianas, siguiendo la metodología detallada en la sección 4. Estas bacterias fueron *Aeromonas hydrophila* y *Aeromonas caviae*, solamente en el caso de las jaulas de engorde de la única granja existente en el país. No se encontró ningún patógeno bacteriano en los análisis llevados a cabo en la estación pública de producción de semilla. Se debe tener en cuenta que para los cálculos de la prevalencia se han considerado los animales positivos con respecto al total de los animales muestreados para esta especie, que fueron 50 en total.

Tabla 36. Información detallada del aislamiento bacteriano positivo

Especie bacteriana*	Especímenes afectados	Prevalencia	Signos clínicos	Factores de riesgo
---------------------	-----------------------	-------------	-----------------	--------------------

<i>Aeromonas hydrophila</i> Granja de engorde (Burke, 1981; Kompanets, 1992)	13 especímenes	26%	- Inflamación de órganos internos moderada (bazo, riñón anterior, tejido pancreático)	Moderadas/altas densidades de cultivo en jaulas Inadecuado protocolo de cambio y limpieza de redes
<i>Aeromonas caviae</i> Granja de engorde (Low, 1999)	2 especímenes	4%	- Inflamación de órganos internos moderada (bazo, riñón anterior, tejido pancreático)	Moderadas/altas densidades de cultivo en jaulas Inadecuado protocolo de cambio y limpieza de redes

*Se indican las referencias bibliográficas correspondientes al estudio de las especies bacterianas en cada una de las especies de cultivo a estudio.

5.2.1.5. Milkfish o chano

En el caso del milkfish o chano se tomaron muestras estériles para el cultivo bacteriológico durante la necropsia de las muestras provenientes de la única granja de engorde existente en el país situada en la provincia de Milne Bay. No existe ningún centro de producción de semilla, ya que los juveniles son recolectados del medio natural y posteriormente engordados en estanques inter-mareales, generalmente de aguas salobres. Teniendo en cuenta que esta especie está siendo cultivada en aguas marinas en el caso de Papúa Nueva Guinea, las principales bacterias buscadas en esta especie han sido: *Vibrio harveyi* (y otras especies del género *Vibrio* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional), *Aeromonas hydrophila*, *Streptococcus iniae* (y otras especies de *Streptococcus* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional) y bacterias del género *Tenacibaculum* (*Tenacibaculum maritimum*).

Los resultados de los análisis bacterianos en el caso del milkfish o chano fueron relativamente buenos y esperanzadores, en contrapartida con los resultados parasitarios, que se presentan en la sección a continuación sobre los análisis parasitarios (Smith, 2000). Solamente una especie bacteriana fue aislada e identificada en la única granja de engorde.

La Tabla 37 a continuación presenta una compilación de los resultados obtenidos en la única granja de engorde muestreada. Las abreviaturas utilizadas para la Tabla 52 han sido previamente descritas en la sección de material y métodos.

En el caso de los resultados positivos para alguna de las bacterias enumeradas se presenta información adicional detallada sobre la prevalencia, signos clínicos y factores de riesgo en la Tabla 38.

Tabla 37. Compilación de resultados bacterianos para el barramundi

Patógenos	VH	AH	SI	TM
Engorde	NO	NO	SI	NO

Como se puede observar en la Tabla 37 solamente una especie bacteriana fue aislada e identificada, siguiendo la metodología de bacteriología tradicional detallada en la Sección 4. Esta bacteria fue *Streptococcus iniae*. Se debe tener en cuenta que para los cálculos de la prevalencia se han considerado los animales positivos con respecto al total de los animales muestreados para esta especie, que fueron 20 animales en total.

Tabla 38. Información detallada del aislamiento bacteriano positivo

Espece bacteriana*	Especímenes afectados	Prevalencia	Signos clínicos	Factores de riesgo
<i>Streptococcus iniae</i> (Shoemaker, 2000)	4 especímenes	20%	Signos clínicos no aparentes aparte de una leve inflamación de órganos internos, tales como bazo, hígado o riñón anterior	Altas densidades de cultivo y exceso de eutrofización debido a una fertilización excesiva del estanque.

*Se indican las referencias bibliográficas correspondientes al estudio de las especies bacterianas en cada una de las especies de cultivo a estudio.

5.2.1.6. Camarón de agua dulce

En el caso de las 27 granjas de engorde muestreadas para el camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) no hubo ningún tipo de crecimiento bacteriano. En total, se muestrearon 270 animales adultos de varias tallas, todos ellos ubicados en los estanques de tierra de engorde en las provincias de Gulf, Central y Capital (Port Moresby), siendo 10 animales por granja. Se tomaron muestras estériles de hepatopáncreas y cerebro durante el protocolo de necropsia, que fueron sembradas en un medio de cultivo general sólido, Agar Columbia Sangre al 5% (Innes, 1996). Ninguno de los 270 animales muestreados tuvo un crecimiento significativo a nivel poblacional (Meyer, 1970).

5.2.1.7. Camarón de agua salada

En el caso del camarón de agua salada (*Penaeus monodon*) se tomaron muestras estériles para el cultivo bacteriológico durante la necropsia de las muestras provenientes de las dos principales granjas de engorde existentes en el país. Se tomaron 160 muestras en total, 80 muestras de cada granja, siendo estas divididas en 20 adultos y 60 juveniles o post-larvas. De cada uno de estos especímenes se tomaron muestras estériles de órganos internos como cerebro y hepatopáncreas para el caso de los análisis bacteriológicos generales. Estas muestras fueron sembradas en un medio de cultivo solido general, Agar Columbia Sangre al 5% (Karunasagar, 2003). Durante el muestreo se realizaron las siembras iniciales en las placas de cada uno de los órganos anteriormente mencionados y éstas fueron incubadas para el posterior aislamiento e identificación de las cepas bacterianas problema. Teniendo en cuenta que esta especie está siendo cultivada en aguas marinas en el caso de Papúa Nueva Guinea, las principales bacterias buscadas en esta especie han sido: especies del género *Vibrio* tales como *Vibrio parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. harveyi*, *V. penaeicida*, *V. anguillarum*, *V. splendidus* y *V. vulnificus*, entre otros, así como *Aeromonas hydrophila*, *Streptococcus iniae* (y otras especies de *Streptococcus* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional), *Photobacterium damsela* (y otras especies del género *Photobacterium* en caso de crecimiento significativo a nivel poblacional) y bacterias del género *Pseudomonas* (Miyazaki, T. 1984).

Los resultados de los análisis bacterianos en el caso del camarón de agua salada fueron relativamente buenos y esperanzadores, en contrapartida con los resultados parasitarios que se presentan en la sección pertinente. Solamente una especie bacteriana fue aislada e identificada, presente en una de las dos granjas de engorde muestreadas.

La Tabla 54 a continuación presenta una compilación de los resultados obtenidos en la única granja de engorde muestreada y en la estación de producción de semilla publica de la isla de Nago (Kavieng,

provincia de Nueva Irlanda). Las abreviaturas utilizadas para la Tabla 51 han sido definidas anteriormente en la sección de material y métodos.

En el caso de los resultados positivos para alguna de las bacterias enumeradas se presenta información adicional detallada sobre la prevalencia, signos clínicos y factores de riesgo en la Tabla 40.

Tabla 39. Compilación de resultados bacterianos para el camarón de agua salada

Tipo de granja/presencia patógeno	V	AH	SI	PD	P
Engorde	SI*	NO	NO	NO	NO

*La especie de *Vibrio* aislada e identificada en el caso de una de las granjas de engorde muestreadas fue *Vibrio parahaemolyticus*, como se detalla a continuación.

Como se puede observar en la Tabla 39 solamente una especie bacteriana fue aislada e identificada, siguiendo la metodología detallada en la Sección 4. Esta bacteria fue *Vibrio parahaemolyticus*, solamente en el caso de una de las granjas de engorde que se muestrearon en esta tesis para esta especie. Se debe tener en cuenta que para los cálculos de la prevalencia se han considerado los animales positivos con respecto al total de los animales muestreados para esta especie, que fueron 160 animales en total.

Tabla 40. Información detallada del aislamiento bacteriano positivo para el camarón de agua salada

Especie bacteriana*	Especímenes afectados	Prevalencia	Signos clínicos	Factores de riesgo
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> Granja de engorde (Austin, 1999; Low, 1999)	8	5%	- Anorexia y bajada de crecimiento - Cambios de pigmentación - Debilidad en la cutícula - Inflamación de órganos internos	Inadecuada gestión del estanque de cultivo

*Se indican las referencias bibliográficas correspondientes al estudio de las especies bacterianas en cada una de las especies de cultivo a estudio.

5.2.1.8. Langosta de roca

Con respecto a las especies de cultivo de langosta de roca (*Panulirus homarus* y *Panulirus argus*) se muestreó la única granja de engorde existente en el país, ubicada en la provincia de Milne Bay. No existe ningún centro de producción de semilla, ya que se recolectan los juveniles del medio natural, para, posteriormente, ser engordados en estanques de agua marina. Se tomaron un total de 10 especímenes adultos de diversas tallas para la toma de muestras estériles de cerebro y hepatopáncreas durante la necropsia, que fueron sembradas en un medio de cultivo general sólido, Agar Columbia Sangre al 5% (Innes, 1996). Todos los animales muestreados fueron negativos al crecimiento bacteriano a nivel poblacional (Ortega, 1995).

5.2.1.9. Cangrejo de manglar

Con respecto a las especies de cultivo de langosta de roca *Scylla serrata* se muestreó la única granja de engorde existente en el país, ubicada en la provincia de Milne Bay. No existe ningún centro de producción de semilla, ya que se recolectan los juveniles del medio natural, para posteriormente ser engordados en estanques de agua marina. Se tomaron un total de 10 especímenes adultos de diversas tallas para la toma de muestras estériles de cerebro y hepatopáncreas durante la necropsia, que fueron sembradas en un medio de cultivo general sólido, Agar Columbia Sangre al 5% (Innes, 1996). Todos los animales muestreados fueron negativos al crecimiento bacteriano a nivel poblacional (Ortega, 1995).

5.2.1.10. Holoturidos o pepinos de mar

En el caso del pepino de mar de la especie *Holothuria scabra*, se muestrearon un total de 20 animales de diversas tallas, por un lado, 5 adultos procedentes de las granjas de engorde ubicadas en las comunidades locales de la provincia de Nueva Irlyá, cerca de la ciudad de Kavieng, y por el otro, 15 juveniles procedentes del único centro de producción de semilla que es el centro público de maricultura de la isla de Nago (Kavieng, Nueva Irlyá). Se tomaron muestras estériles durante la necropsia de hígado y bazo, que fueron sembradas en un medio de cultivo general sólido, Agar Columbia sangre al 5% (Becker, 2002). No se tomaron muestras para ser sembradas en medios de cultivo específicos como el FMM ya que no se han identificado infecciones bacterianas causadas por especies de los géneros *Flavobacterium*, *Tenacibaculum* o *Flavobacterium* en esta especie.

Las especies bacterianas buscadas en esta especie fueron las siguientes: género *Vibrio*, *Aeromonas hydrophila*, género *Pseudomonas* y género *Photobacterium*. Los conocimientos actuales sobre las principales patologías de esta especie en cultivo son relativamente limitados (Igor, 2004), por lo que se llevó a cabo un cultivo bacteriológico en un medio de cultivo general, para evaluar la presencia de agentes bacterianos de relevancia a nivel poblacional.

Solamente se aisló una bacteria de las anteriormente mencionadas, *Aeromonas hydrophila*, en el caso de 3 especímenes adultos afectados por letargia, anorexia, inflamación de órganos internos y despigmentación y ulceración de la mucosa dorsal, como se muestra en la Figura 62. De las muestras de estos tres especímenes se obtuvo un marcado crecimiento de *Aeromonas hydrophila*, tanto en las procedentes de órganos internos, como en las de tejido cutáneo que fueron tomadas debido a la presencia de lesiones marcadas. La prevalencia de esta bacteria es, por lo tanto, de un 15% teniendo en cuenta que se muestrearon 20 individuos. Ninguna de las otras bacterias descritas anteriormente fue identificada en el crecimiento en placa. Se debe destacar que la presencia de esta infección bacteriana, seguramente oportunista, estaba vinculada al alto grado de estrés sufrido por estos individuos, ya que habían sido utilizados recientemente para un proceso de inducción a la puesta (Becker, 2002; Igor, 2004), lo que conlleva un alto grado de manipulación (aumento y bajada de temperatura del agua, tratamiento normal y altas densidades de microalgas en el estanque).

Figura 62. Especimen de *Holothuria scabra* infectado por *Aeromonas hydrophila*



5.2.1.11. Macroalga roja “cottonni”

En el caso de la macroalga roja “cottonni” se tomaron muestras de 100 plántulas procedentes de las 3 granjas principales existentes en la provincia de Bougainville. Estas muestras fueron procesadas para observar su aspecto exterior y valorar la presencia de epifitas y otras algas parásitas en su superficie, y se tomaron muestras estériles de tejidos internos para el cultivo bacteriológico general en un medio de cultivo general sólido, el Agar Columbia Sangre al 5% (Russell, D. 1983). Algunos de los especímenes muestreados (5 en total) presentaban sintomatología de la enfermedad del hielo (ice-ice disease), como son la pérdida de clorofila (pérdida de la coloración verde y aparición de una coloración blanco-amarilla), pérdida de la cubierta exterior y desintegración de los tallos (Abbott, I. 1999). Estas 5 muestras fueron también analizadas, siguiendo la misma metodología que las muestras consideradas como “sanas”.

Las especies bacterianas buscadas en el caso de esta especie fueron: bacterias del género *Vibrio* y bacterias del género *Aeromonas*. Las publicaciones científicas sobre las patologías principales de esta especie son pocas por lo que no hay mucha información de referencia disponible (Abbott, 1999; Rodgers, 1999).

Solamente en el caso de las 5 plántulas con lesiones semejantes a la enfermedad del hielo se aislaron bacterias del género *Vibrio* en el medio de cultivo general, específicamente la especie *Vibrio harveyi*. Por lo tanto, la prevalencia para esta especie bacteriana es del 5% en la población muestra de 100 plántulas. Esta infección está muy vinculada a los cambios bruscos en la calidad de agua de cultivo, tales como cambios bruscos de temperatura, salinidad (y por ende de oxígeno), debido a fuertes lluvias, corrientes, etc.

Esta es una de las patologías de mayor relevancia en el cultivo del alga “cottonni”, pero se conoce muy poco acerca de su verdadera etiología, de sus factores causantes y de las posibles estrategias de

prevención, control y tratamiento (Hayashi, 2007). En el caso de Papúa Nueva Guinea, los productores de Bougainville han evaluado que la mayor parte de los problemas de enfermedad del hiello se dan en una bahía determinada en la que en ciertos momentos del día hay incrementos marcados de agua dulce procedente de los pequeños arroyos cercanos a la playa (NFA, Raymond Mow, Comunicación Personal). Ya que los cultivos se desarrollan realmente muy cerca de la playa, estos cambios bruscos de salinidad afectan fuertemente a los especímenes cultivados (Woo, 2000).

5.2.2. Resultados análisis parasitarios

Los resultados de los análisis parasitarios para cada una de las especies a estudio dentro de la presente tesis se presentan en detalle a continuación. Posteriormente, tras detallar los resultados para cada especie, se presenta una tabla que compila los principales resultados obtenidos para facilitar la comprensión completa del análisis. Para facilitar la comprensión de los resultados de los análisis parasitarios, se presenta a continuación la tabla compilación (Tabla 41) del número de granjas de engorde y de centros de producción de semilla muestreados para cada especie y su ubicación en el país por provincia.

Tabla 41. Numero de granjas de engorde y de centros de producción de semilla muestreados para cada especie a estudio, y su ubicación en el país a nivel provincial

Especie	Granjas de engorde	Centros de semilla	Provincia/s
Trucha arco iris	40 (todas las existentes)	2	Highlys
Carpa común	50 (todas las existentes)	1	Highlys Simbu
Tilapia del Nilo	1098 (60% de la producción)	1	Todas las provincias salvo Gulf, Central, Capital District, New Irely, Bougainville y Milne Bay
Barramundi	1	1 (solamente hay uno)	New Irely
Pepino de mar	2	1 (solamente hay uno)	New Irely
<i>Milkfish</i>	1	No existe	Milne Bay
Langosta de roca	1	No existe	Milne Bay
Cangrejo de Manglar	1	No existe	Milne Bay
Camarón de agua salada	2 (90% de la producción)	No existe	Milne Bay
Camarón de agua dulce	27 (90% de la producción)	1 (solamente hay uno)	Capital district Gulf Central
Macroalga roja	3 (90% de la producción)	No procede	Boungainville
TOTAL	1227	7	20 provincias

Se define en el caso del análisis parasitario la prevalencia como el número de individuos (granjas) que presentan una determinada patología dentro del total de un grupo de especímenes en estudio.

La intensidad ha sido definida como el grado de afectación de los peces debido al proceso parasitario (OIE, 2016):

- Cambios en el comportamiento tales como comportamientos alterados, nerviosismo, giros natatorios, roces con fondo y laterales del estanque, inapetencia, etc.
- Signos clínicos en branquias y en piel tales como inflamación branquial, exceso de mucosa branquial, necrosis de laminillas branquiales, descamación, cambios de pigmentación cutánea, etc.

Graduación (OIE, 2016):

- Alta: cambios de comportamiento marcados y fácilmente observables en más del 90% de los especímenes del estanque, acompañado de necrosis de laminillas branquiales y/o necrosis y descamación profunda de la piel.
- Media: cambios de comportamiento leves y observables en el 50-60% de los especímenes del estanque, acompañado de inflamación de las laminillas branquiales, exceso de mucosa branquial y cutánea, y despigmentación/hiperpigmentación de las zonas afectadas.
- Baja: no se observan alteraciones del comportamiento. No se observan lesiones macroscópicas en branquias, aletas o piel.

La abundancia ha sido definida como el número de formas parasitarias localizados en cada una de las muestras analizadas, contabilizyos los parásitos presentes en las muestras de mucosa branquial, laminillas branquiales y mucosa cutánea (OIE, 2016).

Graduación (OIE, 2016):

- Alta: más de 20 formas parasitarias por campo.
- Media: entre 10-15 formas parasitarias por campo.
- Baja: menos de 10 formas parasitarias por campo.

5.2.2.1. Trucha arco iris

En el caso de la trucha arco iris el análisis parasitológico realizado durante la evaluación se focalizó en la evaluación de la presencia, intensidad y prevalencia de parásitos externos presentes en laminillas branquiales, mucosa branquial, mucosa cutánea, piel y aletas (Krokosek, 2007). Debido a la limitación temporal y a la dificultad añadida de los análisis requeridos, no se evaluaron parásitos presentes en órganos internos, tales como *Hexamita* spp. o *Myxobolus cerebralis*. Se observaron un total de 5 especies de parásitos externos en las 40 granjas muestreadas, mostryos ciertas diferencias con respecto a la presencia/ausencia, intensidad y prevalencia de estas 5 especies de parásitos en las diferentes explotaciones dependiendo de las condiciones de manejo, la calidad de agua, las características de los estanques y la ubicación específica de las granjas (Axelrod, 1989). Los 5 parásitos (todos ellos protozoos) identificados en el análisis parasitológico de esta especie fueron: *Ichthyophthirius multifiliis*, *Costia necatrix*, *Ichthyobodo necator*, *Chilodonella cyprini* y *Trichodina* spp.

Con respecto a estas enfermedades parasitarias, la ictioftiriasis o Enfermedad del Punto Blanco (ICH) es ocasionada por el protozoo *Ichthyophthirius multifiliis* y se considera una de las enfermedades más dañinas en el cultivo de peces de agua dulce y de agua salobre. La temperatura óptima para el desarrollo de éste parásito es de 25 a 26°C (Zaila, 2016). Los peces infectados manifiestan una intensa inquietud, se suelen frotar contra el fondo y lados de los estanques y presentan pequeños puntitos de color blanco grisáceo sobre la superficie de la piel, aletas y sobre las branquias.

La eliminación de los peces portadores del parásito es una de las medidas esenciales en la prevención, así como una excelente limpieza e higiene de los estanques. Como tratamiento resulta eficaz el uso de formalina, así como baños de sal (Xu, 2014).

La enfermedad conocida como costiasis y ocasionada por el protozoo parásito *Ictyobodo necator* tiene una transmisión a través del agua. El protozoario causante de esta enfermedad es capaz de vivir a temperaturas de 2 a 30°C, y se multiplica con rapidez a temperaturas de 20 a 25°C. Un síntoma característico de la enfermedad es la aparición de una capa blanco-azulada o grisácea, que se extiende sobre el cuerpo, aletas y las branquias (Kreier, 2013). La sintomatología es muy clara en el caso de los alevines, que ascienden a la superficie y se congregan en la entrada de agua donde se les puede observar boqueyo o “trago aire”, debido a sus dificultades para respirar. Las altas densidad de cultivo y una inadecuada calidad de agua favorecen la aparición y transmisión de este parásito, así como una alimentación deficiente o inadecuada. Se suele tratar con formalina o con permanganato de potasio (Prescott, 1994).

Con respecto a la chilodoneliasis, el protozoo parásito causante de esta enfermedad es la especie *Chilodonella cyprini*, que afecta principalmente a truchas jóvenes. Se multiplica con rapidez a una temperatura del agua de 5 a 10°C, siendo las temperaturas superiores a 20°C letales para este organismo. Suele parasitar con mayor facilidad e intensidad a los peces que presentan cierta malnutrición o algún estado de inmunosupresión, en ciertos casos debido a situaciones de elevado estrés (Lynn, 2008). Los peces infectados se muestran inquietos, ascienden a la superficie, pierden peso y se vuelven letárgicos. En casos graves de infección, el cuerpo del pez se cubre con una película gris-azulada, que es muy notoria en el lado dorsal de la cabeza. Como esta es una enfermedad que se presenta generalmente en los meses de invierno, se recomienda realizar un control exhaustivo durante los meses de temperaturas más bajas. Para tratarlo se recomienda la aplicación de sal en concentraciones de apenas 0.15 a 0.2% durante dos días (Prescott, 1994).

El protozoo *Trichodina* suele localizarse en las branquias, aunque también puede ser observado en la piel y aletas en casos de alta infestación (Exell, 2001). Los peces con infecciones agudas de *trichodina* en las branquias suelen tener graves dificultades respiratorias y problemas para osmorregular. Los peces que están afectados en su región cutánea suele presentar alteraciones del comportamiento como giros al nadar, raspado contra las paredes y fondo del estanque y nerviosismo. Se pueden observar erosiones y ulceraciones en las infecciones cutáneas crónicas. El diagnóstico de esta enfermedad parasitaria depende de la identificación del parásito dentro de la piel o branquias. Suele tratarse con baños de formalina o de sal (Kreier, 2013).

La prevalencia de estos 5 parásitos a nivel nacional fue la siguiente: 5% en el caso de *Ichthyophthirius multifiliis*, 87.5% en el caso de *Trichodina* spp., 17.5% en el caso de *Costia necatrix*, 12.5% en el caso de *Ictyobodo necator* y 25% en el caso de *Chilodonella cyprini*. La mayor prevalencia fue encontrada en el protozoo parásito *Trichodina* spp. mientras que la menor prevalencia fue encontrada en el parásito *Ichthyophthirius multifiliis*. Sin embargo, *I. multifiliis* fue el parásito que mostró la mayor intensidad (tanto en los signos clínicos, como en las lesiones observadas) y abundancia (número de formas parasitarias por muestra/raspado) en las granjas afectadas. Las marcadas diferencias encontradas en cuanto a los valores de prevalencia, intensidad y abundancia relativas a estas infecciones parasitarias en las diferentes granjas piscícolas están altamente relacionadas con el ciclo biológico del parásito, su patogenicidad y las prácticas de manejo llevadas a cabo en cada centro de engorde (Rohda, 2005).

La Tabla 42 presenta la recopilación de los resultados analíticos, presenty el número de granjas afectadas para cada uno de los parásitos, la prevalencia, la intensidad o abundancia para cada uno de ellos e información suplementaria acerca de las prácticas de manejo y de la calidad de agua de las granjas en las que se han diagnosticado los procesos parasitarios anteriormente citados. Debemos tener en cuenta que las 40 granjas de engorde existentes en el país fueron muestreadas durante la evaluación. Todas ellas están situadas en las provincias de las Highlys.

Tabla 42. Compilación de los resultados de los análisis parasitarios para la trucha arco iris, teniendo en cuenta que las 40 granjas de trucha arco iris existentes en el país han sido muestreadas

Parásito	Numero de granjas afectadas	Prevalencia	Intensidad	Abundancia	Información adicional
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	2	5%	Alta	Alta	Se observó solamente en dos de las 40 granjas muestreadas. Su presencia está ligada a una inadecuada calidad de agua y altas densidades de cultivo
<i>Trichodina spp.</i>	35	87.5%	Media	Media	Se observa en la mayor parte de las granjas, salvo en las que tiene muy bajas densidades de cultivo
<i>Costia necatrix</i>	7	17.5%	Media	Alta	Presente en 7 de las 40 granjas muestreadas. Su presencia está ligada a las granjas con altas densidades de cultivo y limitada renovación de agua
<i>Ichthyobodo necátor</i>	5	12.5%	Baja	Media	Presente en 5 de las 40 granjas muestreadas. Su presencia está ligada a las granjas con altas densidades de cultivo y limitada renovación de agua
<i>Chilodonella cyprini</i>	10	25%	Media	Baja	Se observó en las granjas situadas en las zonas altas de Mont Hagen, donde la temperatura es relativamente baja y el protocolo de alimentación es pobre en proteínas y lípidos

5.2.2.2. Tilapia del Nilo

En el caso de la tilapia del Nilo, el análisis parasitológico realizado durante la evaluación se focalizó en la evaluación de la presencia, intensidad y prevalencia de parásitos externos presentes en laminillas branquiales, mucosa branquial, mucosa cutánea, piel y aletas (Fairfield, 2000). Debido a la limitación temporal y a la dificultad añadida de los análisis requeridos, no se evaluaron parásitos presentes en órganos internos. Se observaron un total de 5 especies de parásitos externos en las granjas muestreadas, mostrando ciertas diferencias con respecto a la presencia/ausencia, intensidad y prevalencia de estas 5 especies de parásitos en las granjas estudiadas dependiendo de las condiciones de manejo, la calidad de agua, las características de los estanques y la ubicación específica de las granjas (Rohda, 2005). Los 5 parásitos identificados en el análisis parasitológico de esta especie fueron: *Ichthyophthirius multifiliis* (protozoo), *Dactylogyrus spp.* (trematodo monogenea), *Ciclidogyrus tilapidae* (trematodo monogenea), *Chilodonella cyprini* (protozoo) y *Trichodina spp.* (protozoo).

Con respecto a estas enfermedades parasitarias, la ictioftiriasis o enfermedad del punto blanco (ICH) es ocasionada por el protozoo parásito *Ichthyophthirius multifiliis* y se considera una de las enfermedades más dañinas en el cultivo de peces de agua dulce y de agua salobre (Zaila, 2016). La temperatura óptima para el desarrollo de este parásito es de 25 a 26°C.

Las tilapias infectadas manifiestan una intensa inquietud, se suelen frotar contra el fondo y lados de los estanques y presentan pequeños puntitos de color blanco grisáceo sobre la superficie de la piel, aletas y

sobre las branquias (Foster, 2014). La eliminación de los peces portadores del parásito es una de las medidas esenciales en la prevención, así como una intensa limpieza e higiene de los estanques. Como tratamiento resulta eficaz el uso de formalina, así como baños de sal (Xu, 2014).

Con respecto a la chilodoneliasis, el protozoo parásito causante de esta enfermedad es la especie *Chilodonella cyprini*, que afecta principalmente a truchas jóvenes. Se multiplica con rapidez a una temperatura del agua de 5 a 10°C, siendo las temperaturas superiores a 20°C letales para este organismo (Lynn, 2008). Suele parasitar con mayor facilidad e intensidad a los peces que presentan cierta malnutrición o algún estado de inmunosupresión, en ciertos casos debido a situaciones de elevado estrés. Los peces infestados se muestran inquietos, ascienden a la superficie, pierden peso y se vuelven letárgicos. En casos graves de infección, el cuerpo del pez se cubre con una película gris-azulada, que es muy notoria en el lado dorsal de la cabeza (Prescott, 1994). Como esta es una enfermedad que se presenta generalmente en los meses de invierno, se recomienda realizar un control exhaustivo durante los meses de temperaturas más bajas. Para tratarlo se recomienda la aplicación de sal en concentraciones de 0.15 a 0.2% durante dos días (Kreier, 2013).

El protozoo *Trichodina* suele localizarse en las branquias, aunque también puede ser observado en la piel y aletas en casos de alta infestación. Los peces con infecciones agudas de *Trichodina* en las branquias suelen tener importantes dificultades respiratorias y problemas para osmorregular. Los peces que están afectados en su región cutánea suelen presentar alteraciones del comportamiento como giros al nadar, raspado contra las paredes y fondo del estanque y nerviosismo (Kreier, 2013). Se pueden observar erosiones y ulceraciones en las infecciones cutáneas crónicas (Exell, 2001). El diagnóstico de esta enfermedad parasitaria depende de la identificación del parásito dentro de la piel o branquias. Suele tratarse con baños de formalina o de sal (Xu, 2014).

Los parásitos del género *Dactylogyrus* son trematodos monogéneos de la familia *Dactylogyridae*. Normalmente se encuentran en las branquias de los peces hospedadores, que suelen ser especies de peces de agua dulce, como las carpas chinas (Ozturk, 2006). Los adultos son ovíparos y los huevos son liberados en el agua donde eclosionan. Los huevos son muy resistentes y pueden sobrevivir a la mayoría de los tratamientos químicos. Las larvas ciliadas que salen de los huevos tras su eclosión colonizan al nuevo huésped por corrientes de agua y a través su propio movimiento (Hanzelova, 1985). En cantidades moderadas, la parasitación por *Dactylogyrus* spp. puede dar lugar a la destrucción severa de las laminillas branquiales debido a la fuerte inflamación. En casos de parasitación elevada, las laminillas branquiales llegan a necrosarse y los especímenes afectados presentan verdaderas dificultades para respirar (Ozturk, 2006). Las infecciones bacterianas secundarias pueden ocurrir y dar lugar a la muerte de los peces. Las branquias aparecen hinchadas, con excesiva secreción de moco y movimientos operculares aumentados y los peces afectados se observan letárgicos nadando en la superficie del agua. Además, suelen presentar una fuerte anorexia. El tratamiento más extendido se realiza a través de baños de formalina o de permanganato potásico (Rohda, 2005).

Con respecto al parásito *Ciclidogyrus tilapiae*, se trata de un trematodo monogéneo recientemente clasificado taxonómicamente en cultivos de tilapia del Nilo, tilapia mossambicus y tilapia rendalli en Brasil (Cordoba, 2005). Se localiza principalmente en las branquias de los peces parasitados, provocando inflamaciones, exceso de mucosa y necrosis de las laminillas en casos de infestación avanzada. Los animales afectados muestran letargia, anorexia y dificultades respiratorias que conllevan la bajada de los índices productivos (Grutter, 1989). Se ha tratado por el momento con baños de formalina (Cordoba, 2005).

La prevalencia de estos 5 parásitos a nivel nacional fue la siguiente: 9.2% en el caso de *Ichthyophthirius multifiliis*, 51.6% en el caso de *Trichodina* spp., 5.1% en el caso de *Dactylogyrus* spp., 3.3% en el caso de *Ciclidogyrus tilapiae*, y 24.4% en el caso de *Chilodonella cyprini*.

La mayor prevalencia fue encontrada en *Trichodina* spp. mientras que la menor prevalencia fue encontrada en *Ciclidogyrus tilapiae*. Sin embargo, *I. multifiliis* fue el parásito que mostró la mayor intensidad (tanto en signos clínicos, como en lesiones) y abundancia (número de formas parasitarias por muestra/raspado) en las granjas afectadas. Las marcadas diferencias encontradas en cuanto a los valores de prevalencia, intensidad y abundancia relativas a estas infecciones parasitarias en las diferentes granjas piscícolas están altamente relacionadas con el ciclo biológico del parásito, su patogenicidad y las prácticas de manejo llevadas a cabo en cada centro de engorde.

La Tabla 43 presenta la compilación de los resultados analíticos, incluyendo el número de granjas afectadas para cada uno de los parásitos, la prevalencia, la intensidad o abundancia para cada uno de ellos e información suplementaria acerca de las prácticas de manejo y de la calidad de agua de las granjas en las que se han diagnosticado los procesos parasitarios anteriormente citados. Debemos tener en cuenta que solamente un 7.5% de las granjas de tilapia del Nilo que han sido indentificadas en el presente estudio como existentes en el país fueron muestreadas, aunque se estima que se cubrió entorno al 50-60% de la producción, total ya que se muestrearon las granjas de mayor tamaño.

Tabla 43. Compilación de los resultados de los análisis parasitarios para la tilapia del Nilo

Parásito	Número de granjas afectadas	Prevalencia	Intensidad	Abundancia	Información adicional
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	102	9.2%	Alta	Alta	Se observó en 102 de las 1098 granjas muestreadas. Su presencia está ligada a una inadecuada calidad de agua, un inadecuado manejo del estanque y a altas densidades de cultivo
<i>Trichodina</i> spp.	567	51.6%	Media	Media	Se observa en la mayor parte de las granjas, salvo en las que tiene muy bajas densidades de cultivo o son muy artesanales
<i>Dactylogyrus</i> spp.	56	5.1%	Media	Baja	Se observó solamente en las granjas en las que se practicaba o se había practicado en el pasado el cultivo integrado con carpa común
<i>Ciclidogyrus tilapiae</i>	37	3.3%	Alta	Alta	Se observó en un número muy limitado de granjas y de manera totalmente accidental. Se cree que pueda estar ligada su presencia a inadecuadas condiciones de agua tras cambios bruscos de temperatura
<i>Chilodonella cyprini</i>	10	25%	Media	Baja	Se observó en las granjas situadas en las zonas altas de las provincias centrales del país. Su presencia está muy ligada a los cambios bruscos de temperatura

5.2.2.3. Carpa común

En el caso de la carpa común el análisis parasitológico realizado durante la evaluación se focalizó en la evaluación de la presencia, intensidad y prevalencia de parásitos externos presentes en laminillas branquiales, mucosa branquial, mucosa cutánea, piel y aletas. Debido a la limitación temporal y a la dificultad añadida de los análisis requeridos, no se evaluaron parásitos presentes en órganos internos. Solamente se observaron 2 especies de parásitos externos en las 50 granjas muestreadas, mostrando ciertas diferencias con respecto a la presencia/ausencia, intensidad y prevalencia de estas 3 especies de parásitos en las granjas muestreadas, dependiendo de las condiciones de manejo, la calidad de agua, las características de los estanques y la ubicación específica de las granjas. Los 3 parásitos identificados en el análisis parasitológico de esta especie fueron: *Chilodonella cyprini* (protozoo), *Dactylogyrus* spp. (trematodo) y *Trichodina* spp. (protozoo).

Los parásitos del género *Dactylogyrus* son trematodos monogéneos de la familia *Dactylogyrida*. Suelen encontrarse en las branquias de los peces hospedadores, normalmente especies de peces de agua dulce, como las carpas chinas. Los adultos son ovíparos y los huevos son liberados en el agua donde eclosionan. Los huevos son muy resistentes y pueden sobrevivir a la mayoría de los tratamientos químicos (Ozturk, 2005). Las larvas ciliadas que salen de los huevos tras su eclosión colonizan al nuevo huésped por corrientes de agua y a través su propio movimiento. En cantidades moderadas, la parasitación por *Dactylogyrus* spp. puede dar lugar a la destrucción severa de las laminillas branquiales debido a la fuerte inflamación. En casos de parasitación elevada, las laminillas branquiales llegan a necrosarse y los especímenes afectados presentan verdaderas dificultades para respirar (Hanzelova, 1985). Las infecciones bacterianas secundarias pueden ocurrir y dar lugar a la muerte de los animales. Las branquias aparecen hinchadas, con excesiva secreción de moco y movimientos operculares aumentados y los peces afectados se observan letárgicos nadando en la superficie del agua. Además, suelen presentar una fuerte anorexia. El tratamiento más extendido se realiza a través de baños de formalina o de permanganato potásico (Xu, 2014).

Con respecto a la chilodoneliasis, el protozoo causante de esta enfermedad es la especie *Chilodonella cyprini*, que afecta principalmente a truchas jóvenes. Se multiplica con rapidez a una temperatura del agua de 5 a 10°C, siendo las temperaturas superiores a 20°C letales para este organismo. Suele parasitar con mayor facilidad e intensidad a los peces que presentan cierta malnutrición o algún estado de inmunosupresión, en ciertos casos debido a situaciones de elevado estrés. Los peces infestados se muestran inquietos, ascienden a la superficie, pierden peso y se vuelven letárgicos (Lynn, 2008). En casos graves de infección, el cuerpo del pez se cubre con una película gris-azulada, que es muy notoria en el lado dorsal de la cabeza (Yreus, 1989). Como esta es una enfermedad que se presenta generalmente en los meses de invierno, se recomienda realizar un control exhaustivo durante los meses de temperaturas más bajas. Para tratarlo se recomienda la aplicación de sal en concentraciones de apenas 0.15 a 0.2% durante dos días (Lynn, 2008).

El protozoo *Trichodina* suele localizarse en las branquias, aunque también puede ser observado en la piel y aletas en casos de alta infestación. Los peces con infecciones agudas de *Trichodina* en las branquias suelen tener graves dificultades respiratorias y problemas para osmorregular. Los peces que están afectados en su región cutánea suelen presentar alteraciones del comportamiento como giros al nadar, raspado contra las paredes y fondo del estanque y nerviosismo (Prescott, 1994). Se pueden observar erosiones y ulceraciones en las infecciones cutáneas crónicas. El diagnóstico de esta enfermedad parasitaria depende de la identificación del parásito dentro de la piel o branquias. Suele tratarse con baños de formalina o de sal (Kreier, 2013).

La prevalencia de estos 3 parásitos a nivel nacional fue la siguiente: 100% en el caso de *Trichodina* spp., 26% en el caso de *Chilodonella cyprini* y 54% en el caso de *Dactylogyrus* spp. La mayor prevalencia fue encontrada en el protozoo *Trichodina* spp. mientras que la menor prevalencia fue encontrada en *Chilodonella cyprini*.

Dactylogyrus spp. fue el parásito que mostró la mayor intensidad (tanto en signos clínicos como en lesiones) y abundancia (número de formas parasitarias por muestra/raspado) en las granjas afectadas. Las marcadas diferencias encontradas en cuanto a los valores de prevalencia, intensidad y abundancia relativas a estas infecciones parasitarias en las diferentes granjas piscícolas están altamente relacionadas con el ciclo biológico del parásito, su patogenicidad y las prácticas de manejo llevadas a cabo en cada centro de engorde (Ozturk, 2006; Hanzelova, 1985).

La Tabla 44 presenta la compilación de los resultados analíticos, presenty el número de granjas afectadas para cada uno de los parásitos, la prevalencia, la intensidad o abundancia para cada uno de ellos e información suplementaria acerca de las prácticas de manejo y de la calidad de agua de las granjas en las que se han diagnosticado los procesos parasitarios anteriormente citados (Fairfield, 2000). Se debe tener en cuenta que las 50 granjas de engorde existentes en el país fueron muestreadas durante la evaluación. Todas ellas están situadas en las provincias de las tierras medias del país.

Tabla 44. Compilación de los resultados de los análisis parasitarios para la carpa común, teniendo en cuenta que las 50 granjas de carpa común existentes en el país han sido muestreadas

Parásito	Número de granjas afectadas	Prevalencia	Intensidad	Abundancia	Información adicional
<i>Trichodina</i> spp.	50	100%	Media	Media	Se observó en todas las granjas, a pesar de que el grado de infestación y la gravedad de los signos clínicos y lesiones observados en los especímenes afectados es relativamente baja
<i>Chilodonella cyprini</i>	13	26%	Baja	Baja	Se observó en las granjas situadas en las zonas altas de las provincias de las tierras medias, donde la temperatura es relativamente baja y el protocolo de alimentación es pobre en proteínas y lípidos
<i>Dactylogyrus</i> spp.	27	54%	Alta	Alta	Se observó principalmente en las granjas con altas densidades de cultivo e inadecuados protocolos de gestión del estanque y del agua de cultivo

5.2.2.4. Barramundi

En el caso del cultivo de barramundi, como se ha indicado en secciones anteriores, solamente existe una granja situada en la provincia de New Irely, cerca de la ciudad de Kavieng. Los alevines son producidos en el centro de producción de semilla de especies marinas de New Irely, situado en la isla de Nago, cerca de la ciudad de Kavieng. El engorde se lleva a cabo en jaulas flotantes en las proximidades del centro de producción de semilla. Las muestras se tomaron tanto de los alevines del centro de producción de semilla, como de los adultos engordados en las jaulas flotantes. Se tomaron muestras de laminillas branquiales, mucosa branquial, mucosa cutánea y aletas para evaluar la presencia de formas parasitarias (Grutter, 1994). Se observaron 4 tipos de parásitos en las jaulas de engorde de la única granja existente. Por el contrario, no se observaron formas parasitarias en los especímenes de alevines procedentes del centro de producción de semilla, lo que indica que la parasitación se produjo una vez que los animales salieron del centro al medio natural (Rohda, 2005).

El cultivo en el centro de producción de semilla se lleva a cabo en unas condiciones de calidad de agua excepcionales, gracias al sistema de filtración (filtro de arena, seguido de filtros de cartucho de 50-25-10 y 5 μm) con el que cuenta este centro, esto dificulta enormemente a los parásitos la entrada en el sistema (Riche, 2013).

Se muestrearon 10 juveniles procedentes del centro de producción de semilla, que fueron todos ellos negativos. Posteriormente se muestrearon 40 especímenes adultos procedentes de las jaulas de engorde situadas en la bahía de Kavieng. Ya que no hubo presencia de formas parasitarias en los juveniles procedentes del centro de semilla, los datos de prevalencia han sido calculados tomyo los 40 animales procedentes de las jaulas como el total de la población muestreada.

Las 3 especies observadas fueron las siguientes: *Cryptocarium irritans* (protozoo), *Neobenedenia mulleri* (trematodo monogenea) y *Amyloodinium ocellatum* (protozoo). Las prevalencias de estos tres parásitos fueron del 30%, 62.5% y 12.5%, respectivamente, calculadas, como se ha mencionado anteriormente, sobre los 40 especímenes muestreados en las jaulas.

Con respecto al protozoo *Cryptocarium irritans*, los peces mostraron un marcado letargo, frotándose con las redes de las jaulas. Se observaron manchas blancas en las aletas y la piel de los especímenes afectados (Exell, 2001), que suelen aparecer inicialmente en las aletas pectorales. A medida que la infección progresa, un gran número de estos puntos de tamaño de 0.5-2.0 mm se extiende. Algunas hemorragias pueden aparecer en etapas posteriores de la enfermedad. En la mayor parte de las infestaciones se observan gries cantidades de formas parasitarias en las branquias, que aparecen inflamadas o con exceso de mucosa. El tratamiento se realiza habitualmente con formalina o agua dulce (Rohda, 2005).

El parásito *Neobenedenia mulleri* tiene una alta prevalencia en el cultivo de especies marinas en jaulas, y es uno de los principales problemas en el cultivo marino en otros países del Pacífico. Los especímenes afectados presentan anorexia, nerviosismo y roces constantes con las redes, presenty manchas blancas en la piel y opacidad corneal si el parásito afecta a los ojos (Exell, 2001). Su infestación está asociada a los cambios bruscos de temperatura, temperaturas bajas y altas salinidades. Se trata habitualmente con baños de agua dulce, formalina o tratamiento oral con metronidazol e ivermectinas (Kreier, 2013; Prescott, 1994).

El parásito *Amyloodinium ocellatum* tiene también una alta prevalencia en el cultivo de especies marinas en jaulas y es uno de los principales problemas en el cultivo marino en otros países del Pacífico (Riche, 2013). Los especímenes afectados muestran parches opacos en la piel, que a veces se observa de un color verdoso. Las lesiones más antiguas pueden aparecer ulceradas y con exceso de mucosidad. Los animales se muestran alterados y se rozan con las redes en la jaula. Las branquias presentan exceso de mucosidad de color oscuro (Justine, 2012). Es relativamente común en peces adultos, y está muy ligado a las bajas temperaturas o a cambios bruscos de temperatura en el agua. Se trata habitualmente con baños de agua dulce, formalina o permanganato de potasio (Rofda, 2005).

La Tabla 45 muestra los datos de prevalencia, intensidad y abundancia para cada uno de los parásitos anteriormente citados, junto con información adicional acerca de los factores que han podido favorecer su presencia.

Tabla 45. Compilación de los resultados de los análisis parasitarios para el barramundi

Parásito	Número de especímenes afectados	Prevalencia	Intensidad	Abundancia	Información adicional
<i>Cryptocarium irritans</i>	12	30%	Alta	Alta	Se observó en los individuos más jóvenes, de en torno a 40-60 g, situados en las jaulas con mayor densidad de cultivo
<i>Neobenedenia melleri</i>	25	62.5%	Media	Alta	Se observó en todas las jaulas en mayor o menor medida, se cree que vinculado al limitado proceso de domesticación que ha tenido la especie en el país
<i>Amyloodinium ocellatum</i>	5	12.5%	Baja	Baja	Se observó solamente en una jaula en la que el cambio y limpieza de redes no había sido llevado a cabo según el protocolo

5.2.2.5. Chano o milkfish

En el caso del cultivo de milkfish, que como se ha indicado en secciones anteriores solamente existe una granja situada en la provincia de Milne Bay, que es la provincia costera más cercana a la capital en la que se pueden llevar a cabo cultivos marinos o de aguas salobres en condiciones idóneas. El engorde se lleva a cabo en estanques de tierra inter-mareales que se llenan de agua a través de las mareas. La salinidad del agua es relativamente variable a lo largo del año, y por este motivo este cultivo puede considerarse como de aguas salobres. No existe ningún centro de producción de semilla ya que los juveniles son recolectados del medio natural y posteriormente engordados en estanques de tierra inter-mareales.

Se tomaron muestras de laminillas branquiales, mucosa branquial, mucosa cutánea y aletas para evaluar la presencia de formas parasitarias (Grutter, 1994). Se observaron 2 tipos de parásitos en los estanques de engorde de la única granja existente.

Se muestrearon 20 especímenes procedentes de los estanques de la única granja de engorde (5 juveniles y 15 adultos). Los valores de prevalencia han sido calculados para el total de las muestras examinadas, que fueron 20.

Las 2 especies observadas fueron las siguientes: *Trichodina* sp. y *Cryptobia* sp. Las prevalencias de estos dos parásitos fueron del 75% y del 20%, respectivamente.

Los protozoos del género *Trichodina* suelen localizarse en las branquias, aunque también puede ser observado en la piel y aletas en casos de alta infestación. Los peces con infecciones agudas de *trichodina* en las branquias suelen tener altas dificultades respiratorias y problemas para osmorregular (Rohda, 2005). Los peces que están afectados en su región cutánea presentan con frecuencia alteraciones del comportamiento como giros al nadar, raspado contra las paredes y fondo del estanque y nerviosismo. Se pueden observar erosiones y ulceraciones en las infecciones cutáneas crónicas. El diagnóstico de esta enfermedad parasitaria depende de la identificación del parásito dentro de la piel o branquias. Suele tratarse con baños de formalina o de agua dulce (Axelrod, 1989; Grutter, 1994).

Con respecto a los parásitos del género *Cryptobia*, los especímenes afectados suelen presentar una coloración oscura u un aumento de la mucosa cutánea, con aparición ocasional de lesiones en la piel seguida de pérdida de escamas.

Se observan con el apetito reducido y pérdida de peso (Kreier, 2013). En los casos más graves se pueden observar infecciones bacterianas secundarias que llevan a manchas pálidas y/o rojas, así como a la putrefacción de piel y aletas. Se suele tratar con baños de formalina o de aguadulce (Prescott, 1994).

La Tabla 46 presenta los datos de prevalencia, intensidad y abundancia para cada uno de los parásitos anteriormente citados, junto con información adicional acerca de los factores que han podido favorecer su presencia.

Tabla 46. Compilación de los resultados de los análisis parasitarios para el barramundi

Parásito	Número de especímenes afectados	Prevalencia	Intensidad	Abundancia	Información adicional
<i>Trichodina</i> sp.	15	75%	Media	Media	Todos los estanques de cultivo estaban afectados en mayor o menor medida por este parásito, a pesar de que el número de parásitos/espécimen y la intensidad de las lesiones y signos clínicos era baja
<i>Cryptobia</i> sp.	4	20%	Baja	Baja	Solamente se observó en los juveniles procedentes de uno de los estanques de cultivo, vinculado a las altas densidades de cultivo en el engorde inicial

5.2.2.6. Camarón de agua dulce

En el caso de la especie de camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii*, se tomaron muestras de la única granja de engorde existente en el país, ubicada en la Provincia de Milne Bay. Como se ha mencionado anteriormente, no existe ningún laboratorio de producción de semilla, ya que los especímenes son recolectados del medio natural como juveniles y posteriormente engordados en las jaulas de cultivo. Para el análisis parasitológico se tomaron muestras de mucosa branquial y de laminillas branquiales (Yrews, 1989; Justine, 2010). Ninguna de las muestras evaluadas fue positivas en el análisis parasitario. No se encontró ninguna forma parasitaria en ninguna de las muestras, por lo que se puede indicar que la prevalencia fue del 0% para parásitos externos.

5.2.2.7. Camarón de agua salada

En el caso del camarón de agua salada de la especie *Penaeus monodon* se tomaron muestras de las dos principales granjas de engorde existentes en el país, ubicada en la Provincia de Milne Bay. Como se ha mencionado anteriormente, no existe ningún laboratorio de producción de semilla, ya que los especímenes son recolectados del medio natural como juveniles y posteriormente engordados en las jaulas de cultivo. Para el análisis parasitológico se tomaron muestras de mucosa branquial y de laminillas branquiales (Axelrod, 1989; Justine, 2010). Ninguna de las muestras evaluadas fue positivas en el análisis parasitario. No se encontró ninguna forma parasitaria en ninguna de las muestras, por lo que se puede indicar que la prevalencia fue del 0% para parásitos externos.

5.2.2.8. Langosta de roca

En el caso de la langosta de roca, especies del género *Panulirus* (*Panulirus homarus* y *Panulirus argus*), se tomaron muestras de la única granja de engorde existente en el país, ubicada en la Provincia de Milne Bay. Como se ha mencionado anteriormente, no existe ningún laboratorio de producción de semilla, ya que los especímenes son recolectados del medio natural como juveniles y posteriormente engordados en las jaulas de cultivo. Para el análisis parasitológico se tomaron muestras de mucosa branquial y de laminillas branquiales (Axelrod, 1989; Justine, 2010). Ninguna de las muestras evaluadas fue positivas en el análisis parasitario. No se encontró ninguna forma parasitaria en ninguna de las muestras, por lo que se puede indicar que la prevalencia fue del 0% para parásitos externos.

5.2.2.9. Cangrejo de manglar

En el caso del cangrejo de manglar *Scylla serrata*, se tomaron muestras de raspado de la mucosa branquial y laminillas branquiales (Justine, 2010). Como se ha mencionado anteriormente, no existe ningún laboratorio de producción de semilla, ya que los especímenes son recolectados del medio natural como juveniles y posteriormente engordados en las jaulas de cultivo. Ninguna de las muestras evaluadas en la única granja de engorde muestreada dentro de la provincia de Milne Bay fue positiva a estos parásitos. No se encontró ninguna forma parasitaria en ninguna de las muestras, por lo que se puede indicar que la prevalencia fue del 0% para parásitos externos.

5.2.2.10. Holoturidos o pepino de mar

En el caso del pepino de mar *Holothuria scabra*, se tomaron muestras de raspado de la mucosa cutánea y raspado de las regiones urogenital y anal (Morgan, 2000; Rohda, 2005). Los parásitos más comunes en el cultivo de los pepinos de mar son los copépodos del género *Mycrosetella* (Igor, 2004). Ninguna de las muestras evaluadas en las dos granjas de engorde muestreadas dentro de la provincia de Nueva Irla fueron positivas a estos parásitos. No se encontró ninguna forma parasitaria en ninguna de las muestras, por lo que se puede indicar que la prevalencia fue del 0% para parásitos externos.

Figura 63. Zona ventral mostró el orificio bucal y el orificio urogenital de un espécimen de pepino de mar *Holothuria scabra*



5.2.3. Resultados análisis de las enfermedades de declaración obligatoria para la OIE

Uno de los puntos más positivos de la realización de la evaluación del estado sanitario de las poblaciones actuales de cultivo en Papúa Nueva Guinea ha sido que el análisis de las enfermedades de declaración obligatoria para la OIE ha sido negativo para todas las especies y para todas las enfermedades en todas las granjas del país (Anexo 2). Los resultados oficiales de estos análisis, llevados a cabo siguiendo los protocolos de biología molecular definidos en el Apartado 3, se presentan en el Anexo 2 de la presente tesis.

La Tabla 47 describe nuevamente las enfermedades y/o patógenos presentes dentro de la lista de la OIE, que han sido evaluados en cada una de las especies a estudio en la presente tesis. Debemos tener en cuenta que algunas de las especies cultivadas en el país no están en la tabla porque no existen enfermedades de declaración obligatoria para ellas, como es el caso de los holotúridos o pepinos de mar, o de la macroalga roja “cottonni”.

Tabla 47. Resumen de los resultados de la evaluación de las enfermedades de declaración obligatoria para la OIE

Especie	Patógeno/enfermedad (OIE, 2016)	Resultados de los análisis
Trucha arco iris	Necrosis hematopoyética epizoótica	Negativo
	Necrosis hematopoyética infecciosa	Negativo
	Septicemia hemorrágica viral	Negativo
	Infección por el virus de la anemia infecciosa del salmón	Negativo
Carpa común	Viremia primaveral de la carpa	Negativo
	Herpesvirus de la carpa koi	Negativo
Barramundi	Iridovirus de la dorada japonesa	Negativo
Milkfish o chano	Iridovirus de la carpa japonesa	Negativo
	Infección por <i>Aphanomyces invadans</i> (síndrome ulcerante epizoótico)	Negativo
Camarón de agua dulce	Síndrome de la cola blanca	Negativo
Langosta de roca	Síndrome de la mancha blanca	Negativo
Cangrejo de manglar	Síndrome de la mancha blanca	Negativo
Camarón de agua salada	Necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa	Negativo
	Mionecrosis infecciosa	Negativo
	Hepatopancreatitis necrotizante	Negativo
	Síndrome de Taura	Negativo
	Enfermedad de la mancha blanca	Negativo
	Infección por el virus de la cabeza amarilla	Negativo

DISCUSSION

6. Discusión

A continuación, se presentan las principales recomendaciones de acción para el futuro y discusión con datos aportados por otros autores, para cada una de las secciones de la presente tesis, que son la evaluación general del sector acuícola en el país, y la evaluación del estado sanitario de las poblaciones actualmente en cultivo en el país.

6.1. Evaluación general del sector acuícola en el país

A pesar de las enormes dificultades existentes en la región de Oceanía para el desarrollo del sector acuícola (Worldbank, 2012), como son, entre otras, el aislamiento geográfico, las difíciles comunicaciones, la falta de expertos y de personal con experiencia en el sector acuícola, la falta de instituciones dedicadas al sector y el poco o nulo interés mostrado por la clase política y los legisladores con respecto a este sector (SPC, 2011), el sector acuícola ha conseguido desarrollarse notablemente en determinados países de la región, siendo el caso de Papúa Nueva Guinea un ejemplo perfecto de este hecho. El sector acuícola en el país ha pasado de unas pocas Tm hace algo más de 10 años a más de 5.000 Tm de producción en el 201 (como se ha podido comprobar a través del trabajo de la presente tesis) como se ha podido comprobar a través de la realización de la presente tesis, con un aumento considerable para algunas de las especies de cultivo.

La evaluación general del sector que se presenta gracias a esta tesis debe ayudar a los diferentes actores implicados a nivel institucional, tales como la Autoridad Nacional de Pesca, el Colegio Nacional de Pesca y la Autoridad Nacional para la Inspección y la Cuarentena en la regulación, la gobernanza y la promoción del sector acuícola de manera duradera y sostenible, como ha sido el caso en países vecinos gracias a la realización de un análisis de base del sector acuícola (Costa-Pierce, 1987; Naylor, 2000). Esta tesis debe también ayudar a estas mismas instituciones a comprender cuál es el estado actual de la producción, cuál ha sido la evolución del mismo en los últimos tres años, cuáles son las características principales de las especies de cultivo y de los sistemas o estrategias productivas, cuáles son las mayores dificultades encontradas por el sector en la actualidad y para su desarrollo futuro, cuáles son las principales lagunas (de conocimiento, de infraestructuras, de recursos humanos y financieros, etc.), y cuáles son las perspectivas de futuro (Lazard. 2011). Debido a la falta de información actualizada y detallada sobre el sector durante los años pasados (FAO SOFIA, 2016; SPC, 2011; SPC, 2013), la información que proporciona la presente tesis es una línea de base esencial para las futuras evaluaciones y estudios más profundos acerca de las características del sector y de sus posibilidades de desarrollo y expansión de manera sostenible, como ha sucedido en otros países y territorios del Pacífico (Phillips, 2015; Pullin, 1995). Se puede decir, de manera simplista, que esta evaluación ha mostrado que:

- El sector acuícola está creciendo en producción en el país, tanto en volumen como en valor.
- El número de familias, comunidades y personas involucradas en el cultivo de organismos acuáticos es relativamente significativo y ha aumentado notablemente en los últimos tres años.
- La producción está dominada, tanto en valor como en volumen por especies exóticas.
- La mayor parte de la producción es de agua dulce, siendo la especie prioritaria en el país la Tilapia del Nilo, con una marcada diferencia en cuanto al valor y volumen de producción, y en cuanto a número de familias implicadas.
- A pesar de que el volumen de producción de la macroalga roja “cottonni” ha sido el más elevado en el año 2015, siendo de 2.500 Tm, se debe tener en cuenta que estos son datos de peso húmedo y no de peso seco. Este producto se comercializa en peso seco, a pesar de que aparece en los datos estadísticos de las tablas como peso húmedo. El peso seco es un 7% del peso húmedo (SPC, 2015), por lo que la producción real de exportación de esta especie ha sido de solamente de 175 Tm.
- Las 22 provincias del país cultivan esta especie, usyo estrategias de cultivo muy semejantes.

- La mayor parte de la producción se lleva a cabo en sistemas de producción altamente tradicionales y poco mejorados.
- Existe una clara tendencia hacia la producción integrada con el sector acuícola, y hacia la producción en policultivo, como una manera de diversificar las fuentes de ingresos y asumir menos riesgos.
- Se ha producido una fuerte diversificación en los últimos años hacia especies de agua marina y salobre.
- La mayor parte de las nuevas especies cultivadas, de agua marina o salobre, no han sido domesticadas completamente y su cultivo depende altamente de los especímenes recolectados del medio natural.
- La producción de agua marina y salobre se concentra en dos de las 22 provincias del país: Milne Bay y Nueva Irlya.
- Se ha comenzado a cultivar dos especies de forma comunitaria con un claro enfoque hacia la exportación: el pepino de mar y la macroalga roja “cottonni”.
- Los sistemas productivos son extensivos o semi-extensivos, con claras limitaciones para la obtención de semilla, alimento y equipos para el cultivo.

6.1.1. Tendencias de producción

Si realizamos una evaluación detallada de los resultados de producción (volumen y valor) obtenidos a través de la presente tesis, se pueden observar ciertas tendencias y cuestiones destacables, basándonos en evaluaciones del sector acuícola que han llevado a cabo otros autores en países en vías de desarrollo (Lazard, 2011; Phillips, 2015). La producción ha aumentado notablemente en los últimos años, con una tendencia creciente para casi todas las especies. Uno de los puntos claves a considerar en esta sección es que todas las especies han aumentado su producción entre 2013 y 2015, salvo algunas excepciones, como es el caso del camarón de agua salada, la trucha arco iris y la carpa común.

Algunos de los motivos por los que el camarón de agua salada ha mantenido su producción estable durante estos últimos años son, entre otros, las dificultades técnicas para la producción de semilla de manera artificial y la dependencia total de la semilla procedente del medio natural (ASAP, 2009). El laboratorio de producción de semilla que se ha utilizado hasta el momento apenas produce y no está habilitado para llevar a cabo esta actividad a nivel comercial. El sector privado, quizá en colaboración con la Autoridad Nacional de Pesca, debe reflexionar sobre la posibilidad de construir un laboratorio de producción de semilla de camarón en condiciones que pueda asegurar un suministro a los productores de engorde, ya que el cierre del ciclo productivo puede asegurar la sostenibilidad de la actividad económica (Naylor, 2000). Por otro lado, este laboratorio de producción de semilla puede ser una actividad muy lucrativa si se realiza en condiciones adecuadas (Costa-Pierce, 1987; Phillips, 2015).

Por otro lado, la demya de camarón a nivel nacional es limitada y está llegando a saturarse por completo a través de las aportaciones de la pesca extractiva y de la acuicultura (NFA, Comunicación Personal). Por este motivo los productores de engorde han evaluado las posibilidades de exportación a otros países de la región, pero han estado limitados por la falta de conocimientos sobre el estado sanitario de sus cultivos, ya que la mayor parte de los países interesados (Australia, Nueva Zelya y Fiji), que tienen una gran demya de camarón proveniente de su sector turístico, solicitan un certificado de sanidad que especifique el estado sanitario de los camarones con respecto a las enfermedades de declaración obligatoria para la OIE (OIE, 2016; World Bank, 2012). Esta es una de las principales aportaciones de la presente tesis, que sería deseable fuera utilizada por NFA y NAQIA como línea de base para el establecimiento de un programa de vigilancia epidemiológica que facilite las exportaciones de producto acuícola.

Las producciones de trucha arco iris y de carpa común se han mantenido también relativamente estables en estos últimos años, y esto es debido a que su consumo local ha llegado a un nivel de saturación para estas dos especies, y a que los consumidores prefieren la tilapia del Nilo, ya que es más barata y más versátil a la hora de ser cocinada y procesada (Ellis, 2002; Phillips, 2015). Los productores de estas dos especies están, por ello, evaluando las posibilidades de:

- Establecer sistemas integrados en policultivo con tilapia del Nilo y con camarón de agua dulce, para diversificar sus posibilidades de comercialización y aumentar los ingresos.
- Evaluar las posibilidades de exportación de pequeñas cantidades a países vecinos. Con respecto a estas posibles exportaciones, los productores se encuentran con los mismos problemas que los productores de camarón de agua salada: es necesario conocer el estado sanitario de las poblaciones de cultivo, sobre todo para las enfermedades de declaración obligatoria. La presente tesis pretende sentar las bases para que estos productores puedan demostrar su idóneo estado sanitario y puedan exportar a países vecinos, como Islas Salomón, si así lo desean.

La producción de tilapia del Nilo ha aumentado notablemente en los últimos tres años, gracias a la facilidad para desarrollar su cultivo, como ha sido el caso de numerosos países en vías de desarrollo y con economías en transición situados en regiones tropicales y sub-tropicales (Lazard, 2011; Lio-Po, 1983). Es una especie que presenta una muy fácil reproducción, manejo sencillo, alimentación simple, variada y que permite el uso de sub-productos de la granja, suplementación alimentaria fácilmente realizable a través del compostaje, fácil cosecha y procesado relativamente eficiente (Chapman, 1992; Toguyeni, 1997). Es una especie con un rápido crecimiento y muy alta robustez (Smith, 2000).

La producción de camarón de agua dulce ha aumentado notablemente en los últimos años, de no tener apenas producción en 2013 a 157 Tm métricas en 2015 (FAO Fishstat, 2016). Esto se debe a que existe una gran demia en el mercado local y apenas quedan especímenes en el medio natural, por lo que la pesca extractiva ha disminuido notablemente (World Bank, 2012). Por el momento, se está utilizando el centro de producción de semilla de la Universidad de Port Moresby para no depender de la recolección de especímenes del medio natural. Pero este centro será insuficiente para suplir a los productores de engorde muy pronto y la Autoridad Nacional de Pesca junto con los productores de engorde tendrán que pensar en alternativas para cubrir la demia de post-larva.

La producción de las nuevas especies marinas como el pepino de mar *Holothuria scabra*, la langosta de roca y el cangrejo de manglar han aumentado más de un 8% al año de producción en volumen desde el 2012 hasta el 2015. Estas especies tienen muy altas perspectivas de futuro, sobre todo las aquellas destinadas a la exportación, como son el pepino de mar (Becker, 2002) y la macroalga roja (Burkholder, 2011). La principal limitación para la futura expansión de estas especies, como en el caso del camarón de agua salada, es la falta de un centro de producción de semilla (se puede decir que no se ha cerrado el ciclo biológico) que hace que la actividad de engorde dependa en su totalidad de los juveniles recolectados del medio natural. El problema es que la tasa de recolección es muy variable y depende de numerosos factores que son muy difíciles de controlar, tales como (Naylor, 2000; Phillips, 2015): zona de recolección, método de recolección, estacionalidad, corrientes, vientos, calidad del agua (temperatura, oxígeno, pH, salinidad, visibilidad, contenido de clorofila, etc.).

Como se había augurado por varios expertos en el tema (SPC, 2011; SPC, 2013), la producción de macroalga roja “cottonni” ha aumentado de manera extraordinaria en los últimos tres años, pasando de 250 Tm en 2013 a más de 2.500 Tm en 2015 (la producción se ha multiplicado por 10).

Este marcado aumento ha sido debido a numerosos factores, como han mencionado otros autores en estudios similares (Abbott, 1999):

- Es un cultivo muy sencillo a todos los niveles: siembra, manejo, cosechado, secado y procesado.
- Los pescadores y agricultores de Bougainville sufren verdaderos problemas de malnutrición, por lo que cualquier tipo de actividad económica suplementaria que sirva para llevar un poco de dinero al hogar es bienvenida y fácilmente aceptado.
- Es una actividad que no requiere de mucho tiempo y dedicación (unas pocas horas a la semana son suficientes para un cultivo de tamaño medio), por lo que los productores pueden dedicarse a otras actividades agrícolas y ganaderas a la vez que tiene su cultivo de algas.
- El ciclo productivo es muy corto: las algas alcanzan la talla comercial en 40-45 días de crecimiento.
- Por este motivo la tasa de pago a los productores es muy rápida si el secado, almacenado y venta están bien organizados.
- La asociación de productores se ha organizado de manera muy eficiente y está jugando un papel fundamental en la promoción y desarrollo de esta actividad comercial.
- Gracias a la cercanía de Papúa Nueva Guinea con Asia se ha comercializado fácilmente el producto final a países asiáticos como Indonesia, Malasia e incluso China.
- El precio del producto final se ha negociado muy adecuadamente con los exportadores, gracias a la labor de la asociación de productores.

6.1.2. Actores implicados

Con respecto a los actores implicados, se ha podido evaluar que hay una gran cantidad de entidades gubernamentales implicadas en la gobernanza del sector, lo que no significa que ésta se realice de forma eficiente (CDP, 2006; Somare, 2004; SPC, 2011). La encuesta nacional sobre el estado de los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura muestra que se deben definir mejor los roles y las responsabilidades de cada una de las entidades gubernamentales implicadas en el desarrollo del sector, y que esto debe ser una prioridad para el Ministerio de Pesca y para el Gobierno (SPC, 2011).

También se han identificado numerosos instrumentos legislativos y reguladores que gobiernan el desarrollo del sector, lo que tampoco significa que éstos se apliquen de manera eficiente hacia su desarrollo viable y sostenible (CDP, 2006). La encuesta sobre el estado de los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura identifica las principales limitaciones para la aplicación de la legislación vigente, como son los limitados recursos humanos y financieros, la falta de conocimiento del marco legal por los oficiales de pesca a nivel provincial y la falta de colaboración de las autoridades locales a de los diferentes municipios. El marco legislativo es relativamente completo y comprensible, pero no tiene una aplicación real en el sector por el momento, como es el caso de varios países de la región en los que el sector de la acuicultura no es un sector económico tradicional (Costa-Pierce, 1987; Lazard, 2011).

Por otro lado, se han identificado claras limitaciones en la comunicación y distribución de responsabilidades entre las autoridades de pesca y de cuarentena en lo que respecta a las funciones que se exponen más adelante, mientras que otros autores han identificado y evaluado problemas de

comunicación y distribución de roles entre las agencias a cargo de la pesca y las agencias a cargo de la cuarentena y la bioseguridad en países vecinos (Costa-Pierce, 1987; Johansen, 2011):

- El desarrollo y puesta en marcha de un plan de vigilancia epidemiológica para las poblaciones en cultivo.
- La evaluación y monitorización del estado sanitario de las poblaciones en cultivo.
- La preparación de informes sobre la situación en el país acerca de las enfermedades de declaración obligatoria para la OIE.
- La puesta en marcha de los protocolos de importación definidos en la legislación vigente.
- La supervisión de las zonas y protocolos de cuarentena para las especies acuáticas introducidas.
- La evaluación sanitaria y posterior certificación de las granjas de origen de los especímenes a ser importados (en el país de origen).
- La emisión de certificados de exportación. La Autoridad Nacional de Pesca es responsable de la emisión de los certificados CITES (*International Convention for Trade of Endangered Species*), que son requeridos dentro de la convención internacional para el comercio de las especies amenazadas, pero no hay una clara definición de roles para la emisión de certificados de exportación para especies acuáticas no amenazadas.
- El análisis de riesgo de importación previo la introducción de especies acuáticas para su uso en acuicultura (por ejemplo, variedades mejoradas de macroalga roja “cottonni”, razas mejoradas de tilapia del Nilo, nuevas especies marinas como la cobia o la gamba, etc.).

Estas diferencias podrían ser solventadas, primero, a través de la firma de un acuerdo de colaboración e intercambio de información que definiera claramente los roles y las responsabilidades específicas para cada autoridad, tanto a nivel central, como provincial y local, como han llevado a cabo en otros países tales como Fiji, la Republica de Marshall Islas y Vanuatu (Phillips, 2015). Posteriormente, sería necesario revisar la legislación vigente para que cada una de estas autoridades tuviera un marco de trabajo claramente definido dentro del ámbito de la bioseguridad acuática y de la acuicultura (Costa-Pierce, 1987).

Este mismo problema se ha identificado en otros países de la región del Pacífico, como son Fiji, Vanuatu o Samoa, en los que el sector acuícola se ha desarrollado de manera rápida en los últimos años, pero las autoridades nacionales competentes no han tenido el tiempo de adaptarse y asumir los roles necesarios para asegurar un desarrollo coherente del mismo (SPC, 2011).

Con respecto a las labores de extensionismo y difusión de tecnologías de producción, se ha valorado que la autoridad nacional de pesca juega un papel muy relevante a nivel nacional o central, (desarrollo de legislación, puesta en marcha de programas de investigación, gestión de los centros públicos de producción de semilla, etc.), pero que tiene muy poco peso específico a nivel provincial o local, tanto para la aplicación de las leyes y políticas existentes, como en relación con el extensionismo y formación/seguimiento de los productores (Smith, 2000). La realidad es que los productores solamente tienen contacto con los oficiales de pesca y acuicultura provinciales, salvo en el caso de las grandes granjas y de los centros de producción de semilla, en los que interactúan levemente con los oficiales de la Autoridad Nacional de Pesca (NFA, Comunicación Personal).

Las dos instituciones anteriormente mencionadas, el colegio nacional de pesca y la Universidad de Port Moresby son los únicos centros que imparten clases relacionadas con la acuicultura dentro de sus programas de formación en biología marina, pesca y agricultura (FAO perfiles de países, 2016).

Las materias relacionadas con la acuicultura versan sobre sistemas productivos, taxonomía, mejora genética, alimentación y manejo. No existen materias enfocadas al aspecto sanitario de los animales acuáticos de cultivo (Wani, 1990).

Con respecto a las asociaciones o agrupaciones informales de productores, éstas están tomyo una gran relevancia en el caso de determinadas especies, sobre todo en el caso de la tilapia del Nilo y de la macroalga roja “cottonni”. Las agrupaciones de productores han sido vitales para diseminar conocimientos, equipos y juveniles/semilla/plántulas a nuevos productores, están jugyo un papel crucial de extensionismo y difusión de información y tecnologías, de manera similar a países Asiaticos y del Pacífico (World Bank, 2012). Además, en el caso de algunas especies han servido para fijar precios de venta (precios de venta de especímenes adultos, reproductores, alevines, producto fresco de diversas tallas, producto congelado, producto procesado, etc.). Estas agrupaciones están también jugyo un papel importante a la hora de negociar con proveedores nacionales e internacionales para el suministro de equipos y materiales necesarios para el cultivo (Lazard. 2011). Estos equipos y materiales son posteriormente distribuidos a los pequeños y medianos productores. Debemos tener en cuenta que los pequeños y medianos productores acuícolas en Papúa Nueva Guinea son realmente “pequeños”, están realmente aislados y tienen un poder de negociación muy limitado con gryes entidades (World Bank, 2012).

Por otro lado, algunas de estas agrupaciones han logrado establecer colaboraciones con entidades internacionales, sobre todo del continente asiático, que han facilitado la importación de especies, variedades y cepas mejoradas. Estos intercambios internacionales también han servido para mejorar los conocimientos técnicos de los productores. Por ejemplo, en el caso de la asociación de productores de macroalga roja “cottonni” se firmó un acuerdo de colaboración en el año 2014 con el Centro Nacional de Maricultura de Indonesia, ubicado en la isla de Lombok (NFA, Comunicación Personal).

A través de este acuerdo se han enviado muestras al laboratorio de Lombok para valorar la calidad de las macroalgas cultivadas en Bougainville (cantidad y calidad de caraginato, % de agua, % de sal y tasa de limpieza). A través de este acuerdo la asociación también ha financiado la visita de dos expertos en técnicas de cultivo de macroalgas y en técnicas de secado y procesado procedentes de Indonesia, que han pasado dos meses en Bougainville formyo a los productores y a los procesadores (SPC, 2011; SPC, 2013). Gracias a este acuerdo algunas empresas indonesias han comenzado a adquirir el producto procedente de Papúa Nueva Guinea (NFA, Comunicación Personal).

Para finalizar, las agrupaciones de productores también han servido para difundir la relevancia del sector entre la sociedad civil, la clase política y los legisladores. Esta labor de apoyo o sensibilización acerca de las necesidades del sector hacia la clase política ha sido de vital importancia en el pasado para otros países con sectores acuícolas desarrollados (Burkholder, 2011). Algunas de estas agrupaciones están incluso involucradas en las políticas y estrategias de desarrollo del sector a nivel provincial. Así, por ejemplo, la agrupación de productores de macroalga roja “cottonni” de Bougainville, que es una de las más recientes en su creación, está jugyo actualmente un papel crucial en el desarrollo sostenible de este sector, participyo incluso en la zonificación de la zona costera para su uso acuícola, en colaboración con las Divisiones Provinciales de Agricultura (SPC.,2011; World Bank. 2012).

La Tabla 48 resume los roles de los actores principales con intereses en el uso, conservación y gestión de los recursos genéticos en acuicultura. Esta evaluación ha sido realizada por la Autoridad Nacional de Pesca, dentro del cuestionario sobre el estado de los recursos genéticos acuáticos de uso en acuicultura. Como se puede observar, se ha evaluado que la mayor parte de los actores juegan un papel relevante en cuanto a la conservación de los recursos genéticos de importancia para el sector acuícola (pescadores, acuicultores, productores de semilla, etc.).

Se ha determinado que los oficiales que trabajan para la administración están involucrados en todos los aspectos de la producción, pero de manera indirecta, lo que demuestra que el sector está muy poco apoyado actualmente por la administración, y que se ha desarrollado gracias al esfuerzo y la dedicación de los propios productores y de las asociaciones de acuicultores (información procedente del

cuestionario sobre “el estado de los recursos genéticos de uso en acuicultura” que se presenta como Anexo 1).

Tabla 48. Roles en materia de recursos genéticos acuáticos de los principales actores con intereses en dichos recursos

Actores	Roles en materia de recursos genéticos acuáticos
Pescadores (pesca extractiva)	Conservación, explotación, sensibilización, extensión
Acuicultores	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión
Responsables de laboratorios de semilla	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión
Vendedores de reproductores o de semilla	Comercialización, sensibilización, extensión
Legisladores	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión (indirectamente)
Oficiales de pesca y acuicultura (nacionales y provinciales)	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión (indirectamente)
Oficiales a cargo de la gestión de zonas protegidas	Conservación, sensibilización y extensión
Donantes	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión (indirectamente)
Consumidores	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión (indirectamente)
Agrupaciones de productores	Conservación, explotación, sensibilización, producción de semilla, manejo de reproductores, extensión

6.1.3. Comercialización y contribución a la seguridad alimentaria

Todas las especies cultivadas salvo dos son comercializadas en el mercado local, con algunas diferencias entre ellas. Las especies de agua dulce, tales como la trucha arco iris, la carpa común y la tilapia del Nilo son consumidas por la familia que las cultiva en mayor o menor medida, lo que contribuye enormemente a su seguridad alimentaria y nutricional, y, por otro lado, son comercializadas en los pequeños mercados locales cercanos a la granja (Allar, 1991). No se conoce con detalle el valor medio del aporte de pescado procedente de la acuicultura en Kg/persona/año en las zonas continentales del país, pero es un valor que se debe evaluar con cierta celeridad para conocer la contribución del sector acuícola al aporte de proteínas de origen animal en las comunidades más aisladas y vulnerables de Papúa (NFA, Comunicación Personal).

Lo que sí se conoce gracias a la encuesta realizada a los productores, es que entre el 5-30% de la producción anual de las granjas continentales de trucha arco iris, carpa común y tilapia del Nilo son destinados al consumo familiar, y que este aporte de pescado es, prácticamente, la única contribución de proteína animal que tiene la familia a lo largo del año. En el caso de la trucha arco iris y de la carpa común el porcentaje consumido en la familia es menor que en el caso de la tilapia del Nilo, oscilando entre el 5-15%. Esta tendencia en la comercialización difiere de la de otros países productores de las mismas especies, en los que la producción de trucha arco iris se destina al consumo doméstico, debido a su baja aceptación en los mercados locales, en los que están acostumbrados al pescado de origen marino (Costa-Pierce, 1987).

En el caso de la tilapia del Nilo es algo superior, alrededor del 20-30%. Esto es debido a que los productores de tilapia del Nilo producen más por ciclo productivo/año y más rápido, por lo que dejan en casa parte de la producción cuyo precio en el mercado local no son muy altos (Phillips, 2015).

Por el contrario, los productores de trucha arco iris y de carpa común comercializan la mayor parte de su producción porque los precios son relativamente estables y porque la demya es constante (Ellis, 2002).

Por otro lado, se debe tener en cuenta que el dinero que estas familias consiguen gracias a la comercialización de los productos acuícolas es utilizado en cierta medida para comprar alimentos, por lo que la comercialización de productos de la acuicultura contribuye de manera indirecta a la seguridad alimentaria y nutricional de las familias (ADB, 2008).

En la Tabla 49 se describen los principales destinos de cada una de las especies de cultivo y sus mayores limitaciones.

Tabla 49. Evaluación de la comercialización de las especies de cultivo

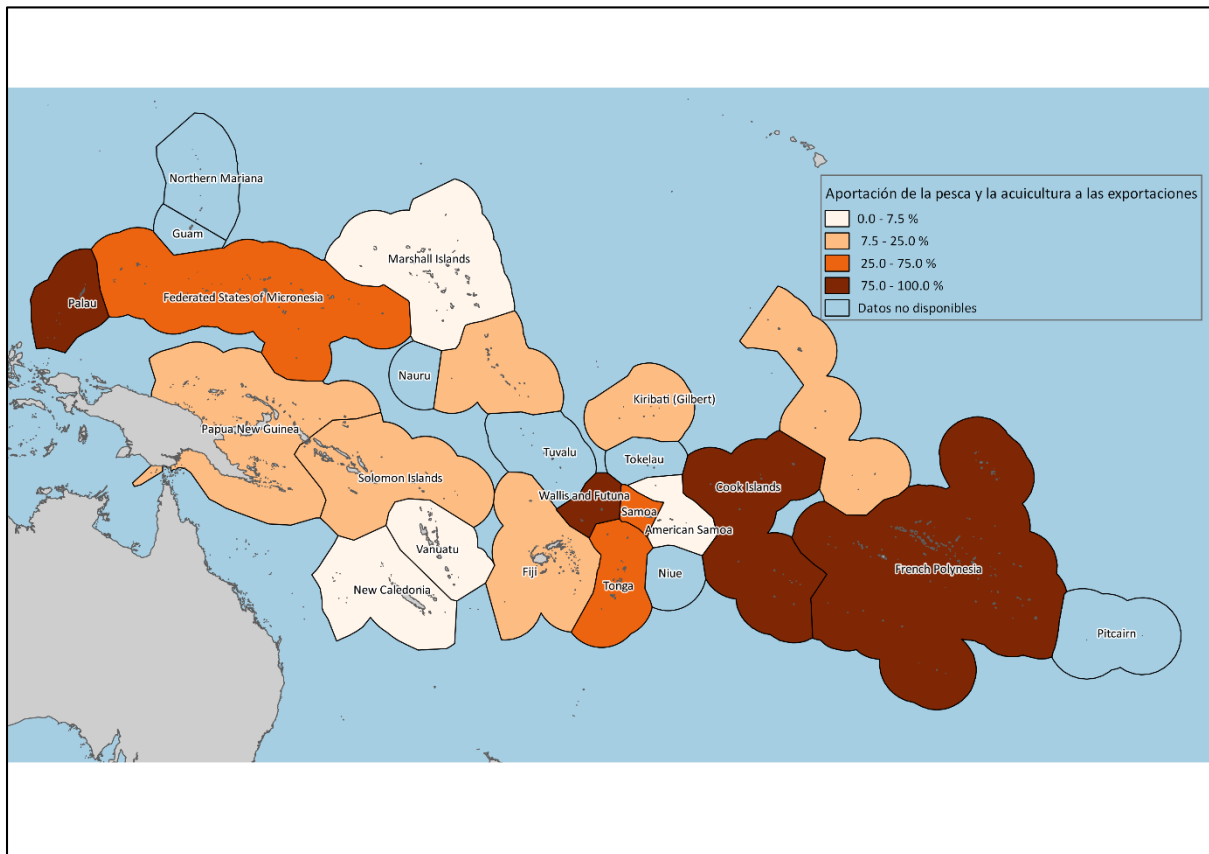
Especie	Consumo doméstico	Mercado local	Exportaciones	Limitaciones
Trucha arco iris	SI Se consume parte de la producción en la propia familia	SI La mayor parte de la producción se vende de manera “informal” en los mercados locales cercanos a la granja Se procesa frecuentemente: fileteado, secado y ahumado	NO	El limitado volumen de producción y el desconocimiento del estado sanitario del stock dificulta la comercialización a gran escala tanto nacional como internacionalmente
Carpa común	SI Se consume parte de la producción en la propia familia	SI La mayor parte de la producción se vende de manera “informal” en los mercados locales cercanos a la granja Se procesa frecuentemente: fileteado, secado y ahumado	NO	El limitado volumen de producción y el desconocimiento del estado sanitario del stock dificulta la comercialización a gran escala a nivel nacional e internacional
Tilapia del Nilo	SI Se consume parte de la producción en la propia familia	SI La mayor parte de la producción se vende de manera “informal” en los mercados locales cercanos a la granja Se procesa frecuentemente: fileteado, secado y ahumado	NO	La producción actual no cubre la demanda local La producción cuenta con ciertas limitaciones, como es la falta de semilla de calidad, la falta de alimento peletizado de calidad y los problemas de consanguinidad y disminución de la población efectiva
Barramundi	NO	SI El producto final se comercializa en el mercado central de Port Moresby y en algunas superficies de la capital Se filetea	NO	El limitado volumen de producción y el desconocimiento del estado sanitario del stock dificulta la comercialización a gran escala en el ámbito nacional e internacional

Milkfish o chano	SI Se consume parte de la producción en la propia familia	SI El producto final se comercializa en el mercado central de Port Moresby y en algunas gryes superficies de la capital No se procesa	NO	El limitado volumen de producción y el desconocimiento del estado sanitario del stock dificulta la comercialización a gran escala a nivel nacional e internacional
Camarón de agua dulce	SI Se consume parte de la producción en la propia familia	SI El producto final se comercializa en el mercado central de Port Moresby y en algunas gryes superficies de la capital No se procesa	NO	La producción actual no cubre la demya local La producción cuenta con ciertas limitaciones, como es la falta de semilla de calidad, la falta de alimento peletizado de calidad y la limitada domesticación de la especie
Camarón de agua salada	NO	SI El producto final se comercializa en el mercado central de Port Moresby y en algunas gryes superficies de la capital No se procesa	NO	El limitado volumen de producción y el desconocimiento del estado sanitario del stock dificulta la comercialización a gran escala a nivel nacional e internacional
Langosta de roca	NO	SI El producto final se comercializa en el mercado central de Port Moresby y en algunas gryes superficies de la capital No se procesa	NO	La producción actual no cubre la demya local La producción cuenta con ciertas limitaciones, como es la falta de producción de semilla de manera artificial y la limitada domesticación de la especie
Cangrejo de manglar	NO	SI El producto final se comercializa en el mercado central de Port Moresby y en algunas gryes superficies de la capital	NO	La producción actual no cubre la demya local La producción cuenta con ciertas limitaciones, como es la falta de semilla de calidad, la falta de producción de semilla de manera artificial y la limitada domesticación de la especie

Pepino de mar	NO	NO No hay comercialización local	SI Toda la producción se procesa y se exporta a China	La producción es tan limitada por el momento que es difícil negociar con los exportadores con respecto a precios, condiciones de venta y calidades
Macroalga roja	NO	NO No hay comercialización local	SI Toda la producción se seca y se exporta a varios países asiáticos como Indonesia, malasia y China	Es necesario aumentar el volumen de producción y mejorar la calidad final del producto a través de un secado y almacenaje más adecuado La asociación de productores se está planteando poner en marcha una planta de procesado para aumentar el valor añadido del producto final, y disminuir el volumen del mismo

Con respecto al papel que juegan la pesca y la acuicultura en referencia a las exportaciones, se debe resaltar que son sectores de poca relevancia en el país, como se puede ver en la Figura 64, ya que la mayor parte de las exportaciones de Papúa Nueva Guinea son minerales y productos forestales (ADB, 2008; SPC Geoclip, 2017). Por este motivo el Gobierno no ha considerado, por el momento, el desarrollo y la promoción de estos dos sectores, la pesca y la agricultura, como un asunto nacional prioritario (Somare, 2004; Smith, 2000; Wani, 1990). Estos datos proceden de los datos estadísticos gestionados por la SPC.

Figura 64. Contribución de la pesca y acuicultura a las exportaciones totales del país en los países del Pacífico (SPC Geoclip, 2017)

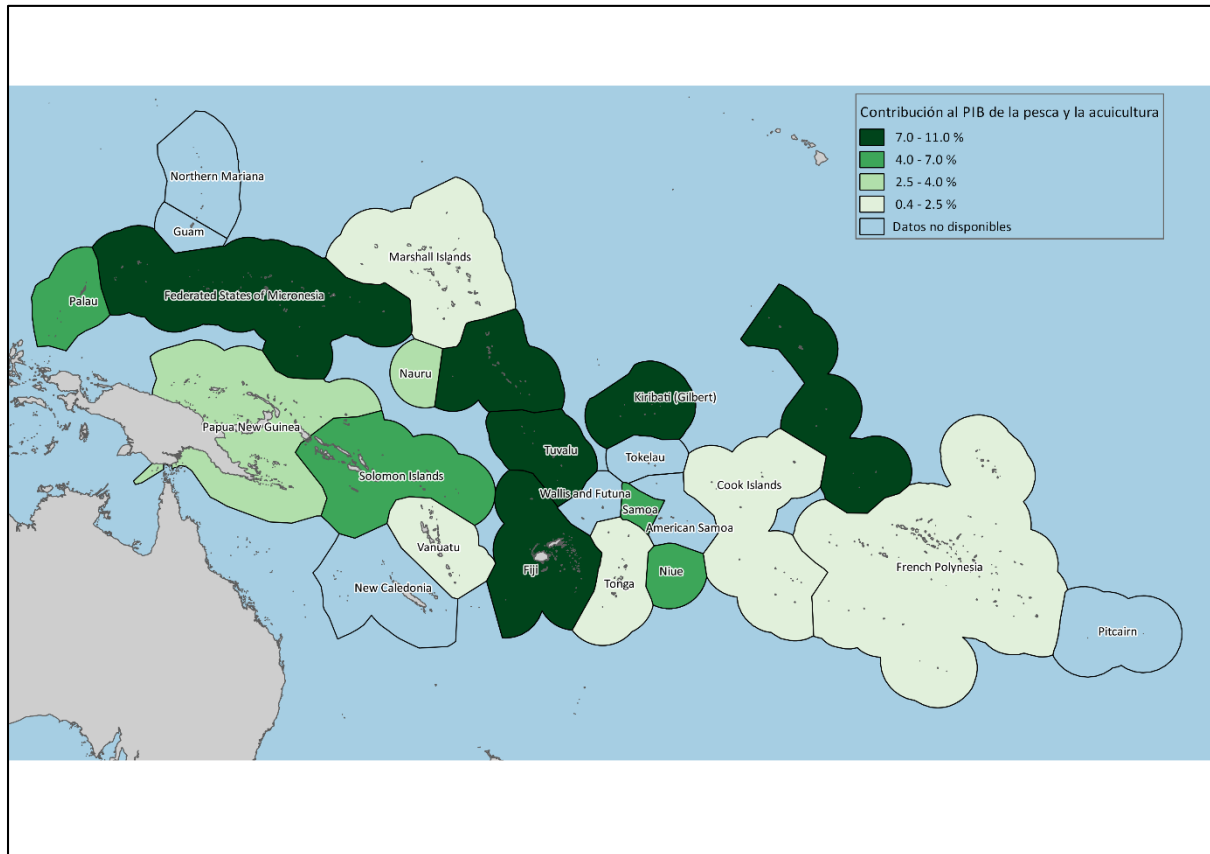


Con respecto a la comercialización local y al consumo doméstico de los productos de la acuicultura, el desconocimiento sobre el número de productores, las zonas de producción, las especies producidas y el valor de la producción en volumen y en valor era tan desconocido hasta el momento que los legisladores no han sido conscientes del rol tan importante y crucial que juega la acuicultura en la alimentación de las poblaciones locales, principalmente para las poblaciones locales más vulnerables debido a su aislamiento (Coates, 1986; FAO, 1996; FAO, 1997). Esta tesis esclarece la información y aporta los datos necesarios para abrir los ojos a los legisladores y a los políticos encargados de los sectores agrícolas, acuícolas y de la salud, para que comiencen a dar el valor y la importancia necesaria al sector acuícola. A través de la presente investigación se sabe que más de 17.000 familias están viviendo gracias a la acuicultura y que producen más de 5.000 Tm que son consumidas por los habitantes de las regiones más aisladas y vulnerables del país, para los que el pescado procedente de la acuicultura es una de las pocas fuentes de aporte proteico animal, dado la limitada pesca de captura y la práctica inexistencia de ganadería.

Los datos de esta tesis, una vez publicada, serán también compartidos con la FAO y con el SPC para que desarrollen futuras áreas de acción en el país en base a datos actualizados.

Finalmente, en lo que respecta a la contribución de los sectores de la pesca y la acuicultura al Producto Interior Bruto (PIB), como se puede observar en la Figura 65, estos dos sectores apenas contribuyen el mismo (ADB, 2008; SPC Geoplip, 2017). Como se puede comprobar, no existen datos actualizados sobre la producción acuícola en cuanto a estadísticas nacionales y esto se refleja claramente en la evaluación de la contribución del sector al PIB (SPC Geoclip, 2017).

Figura 65. Contribución de la pesca y la acuicultura al PIB (Producto Interior Bruto) en los países del Pacífico (SPC Geoclip, 2017)



6.1.4. Principales limitaciones del sector

El sector cuenta con numerosas limitaciones y obstáculos para su desarrollo sostenible en todos los órdenes, siendo estas limitaciones y obstáculos relativamente diferentes entre especies de cultivo, como sucede en numerosos países en vías de desarrollo (Lazard, 2011). Las encuestas realizadas a los productores, a las agrupaciones de productores y a la Autoridad Nacional de Pesca han mostrado los principales obstáculos que limitan a en la actualidad y que van a limitar en el futuro el desarrollo del sector acuícola en el país. Se presenta a continuación (Tabla 50) la lista detallada de limitaciones para cada una de las especies de cultivo.

Tabla 50. Principales limitaciones del cultivo acuícola para cada especie de cultivo

Especie	Limitaciones
Trucha arco iris	<ul style="list-style-type: none"> - La producción de semilla de calidad es insuficiente - No hay alimento específico para esta especie disponible en el país - Los equipos y materiales necesarios para la producción de semilla no están disponibles en el país y es difícil y costoso importarlos - Los equipos y materiales necesarios para el engorde no están disponibles en el país y es costoso importarlos - No hay ningún programa nacional de gestión de esta especie, lo que conlleva problemas de consanguinidad, limitada población efectiva, etc. - Las estrategias de producción son muy extensivas y están anticuadas, principalmente por falta de experiencia de los productores y de asesoramiento exterior - No existen expertos en el cultivo de esta especie en el país - Se desconocía por completo el número exacto de granjas, el número de centros de producción de semilla - Se desconocía por completo el estado sanitario de la población de cultivo, lo que dificultaba las posibilidades de exportación de animales vivos a países vecinos
Carpa común	<ul style="list-style-type: none"> - La producción de semilla de calidad es insuficiente - No hay alimento específico para esta especie disponible en el país - Los equipos y materiales necesarios para la producción de semilla no están disponibles en el país y es difícil y costoso importarlos - Los equipos y materiales necesarios para el engorde no están disponibles en el país y es costoso importarlos - No hay ningún programa nacional de gestión de esta especie, lo que conlleva problemas de consanguinidad, limitada población efectiva, etc. - No existen expertos en el cultivo de esta especie en el país - Se desconocía por completo el número exacto de granjas, el número de centros de producción de semilla - Se desconocía por completo el estado sanitario de la población de cultivo, lo que dificultaba las posibilidades de exportación de animales vivos a países vecinos
Tilapia del Nilo	<ul style="list-style-type: none"> - Se produce suficiente semilla, pero la mayor parte de la misma es de baja calidad y presenta tasas de crecimiento muy bajas y gran cantidad de malformaciones - Se estima que existe un alto índice de consanguinidad en la población existente, debido a las inadecuadas prácticas de gestión de reproductores - Las prácticas de producción de semilla y de engorde no han sido actualizadas y son muy anticuadas, lo que conlleva bajos niveles de producción y pérdida de interés por parte de los productores - No existe ningún manual de producción actualizado y adaptado a las condiciones locales del país - No hay ningún apoyo gubernamental que facilite el acceso a créditos o microcréditos por parte de los productores, lo que dificulta su expansión - Los equipos y materiales necesarios para la producción de semilla no están disponibles en el país y es difícil y costoso importarlos - Los equipos y materiales necesarios para el engorde no están disponibles en el país y es costoso importarlos

	<ul style="list-style-type: none"> - No hay ningún programa nacional de gestión de esta especie, lo que conlleva problemas de consanguinidad, limitada población efectiva, etc. - Se desconocía por completo el número exacto de granjas, el número de centros de producción de semilla - Se desconocía por completo el estado sanitario de la población de cultivo, lo que dificultaba las posibilidades de exportación de animales vivos a países vecinos
Barramundi	<ul style="list-style-type: none"> - La producción de semilla es insuficiente y, aunque de calidad, el volumen de producción de juveniles no cubre la demanda del mercado - No hay alimento específico para esta especie disponible en el país - Los equipos y materiales necesarios para la producción de semilla no están disponibles en el país y es difícil y costoso importarlos - Los equipos y materiales necesarios para el engorde no están disponibles en el país y es costoso importarlos - No hay ningún programa nacional de gestión de esta especie - No existen expertos en el cultivo de esta especie en el país - El volumen de producción es todavía muy limitado, lo que dificulta las negociaciones con compradores y exportadores - No existe una zonificación clara de las zonas costeras del país, lo que dificulta el desarrollo de nuevas instalaciones - No se han evaluado adecuadamente las posibilidades de transformación del producto - Se desconocía por completo el estado sanitario de la población de cultivo, lo que dificultaba las posibilidades de exportación de animales vivos a países vecinos
Chano o <i>milkfish</i>	<ul style="list-style-type: none"> - No hay personal con conocimientos actualizados sobre el cultivo de esta especie en el país - No se realiza la producción de semilla, por lo que la producción depende completamente de la recolección de juveniles de medio natural, la que es muy variable dependiendo de las estaciones y las condiciones climáticas - El volumen de producción es muy limitado, lo que dificulta las negociaciones con posibles compradores o exportadores - No existe alimento destinado a esta especie a nivel local - Los equipos y materiales necesarios para el engorde no están disponibles en el país y es costoso importarlos - No existe una zonificación clara de las zonas costeras del país, lo que dificulta el desarrollo de nuevas instalaciones - Se desconocía por completo el estado actual de esta especie: granjas, ubicación, semilla, sistema productivo, etc. - Se desconocía por completo el estado sanitario de la población de cultivo, lo que dificultaba las posibilidades de exportación de animales vivos a países vecinos
Camarón de agua dulce	<ul style="list-style-type: none"> - La producción de semilla es muy limitada y no permite, por el momento, una gran expansión del sector - Es necesario evaluar la posible instalación de un nuevo centro de producción de semilla con mayor capacidad - No existe alimento específico destinado a esta especie - No hay conocimientos técnicos suficientes para todas las etapas productivas - El sistema productivo actual es algo anticuado debido a la falta de conocimientos locales y a la falta de intercambio con el exterior,

	<p>donde es una especie altamente tecnificada (en países como Indonesia, Tailandia, India, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - No existe ningún manual de producción actualizado y adaptado a las condiciones locales del país - No hay ningún apoyo gubernamental que facilite el acceso a créditos o microcréditos por parte de los productores, lo que dificulta su expansión - Los equipos y materiales necesarios para la producción de semilla no están disponibles en el país y es difícil y costoso importarlos - Los equipos y materiales necesarios para el engorde no están disponibles en el país y es costoso importarlos - No hay ningún programa nacional de gestión de esta especie, lo que conlleva problemas de consanguinidad, limitada población efectiva, etc. - Se desconocía por completo el número exacto de granjas, el número de centros de producción de semilla - Se desconocía por completo el estado sanitario de la población de cultivo, lo que dificultaba las posibilidades de exportación de animales vivos a países vecinos
<p>Camarón de agua salada</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La producción de semilla es prácticamente inexistente y no permite una gran expansión del sector por el momento, por este motivo la producción es totalmente dependiente de la recolección de juveniles o post-larvas del medio natural - Es necesario evaluar la posible instalación de un centro de producción de semilla con mayor capacidad - No existe alimento específico destinado a esta especie - No hay conocimientos técnicos suficientes en el país para todas las etapas productivas - El sistema productivo actual es algo anticuado debido a la falta de conocimientos locales y a la falta de intercambio con el exterior, donde es una especie altamente tecnificada (en países como Indonesia, Tailandia, India, etc.) - No existe ningún manual de producción actualizado y adaptado a las condiciones locales del país - No hay ningún apoyo gubernamental que facilite el acceso a créditos o microcréditos por parte de los productores, lo que dificulta su expansión - Los equipos y materiales necesarios para la producción de semilla no están disponibles en el país y es difícil y costoso importarlos - Los equipos y materiales necesarios para el engorde no están disponibles en el país y es costoso importarlos - No hay ningún programa nacional de gestión de esta especie, lo que conlleva problemas de consanguinidad, limitada población efectiva, etc. - Se desconocía por completo el número exacto de granjas y el número de centros de producción de semilla - Se desconocía por completo el estado sanitario de la población de cultivo, lo que dificultaba las posibilidades de exportación de animales vivos a países vecinos

<p>Langosta de roca</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La producción es todavía muy incipiente por lo que no hay personal con conocimientos actualizados sobre este cultivo - No se realiza la producción de semilla, por lo que la producción depende completamente de la recolección de juveniles de medio natural, que es muy variable dependiendo de las estaciones y las condiciones climáticas - El volumen de producción es muy limitado, lo que dificulta las negociaciones con posibles compradores o exportadores - No existe alimento destinado a esta especie a nivel local - Los equipos y materiales necesarios para el engorde no están disponibles en el país y es costoso importarlos - No existe una zonificación clara de las zonas costeras del país, lo que dificulta el desarrollo de nuevas instalaciones - El uso de sub-productos de la industria atunera como alimento de primera elección resulta económico, pero el bajo grado de digestibilidad de este alimento está generando problemas medioambientales, como es el acumulo de sedimentos y los altos niveles de eutrofización de las aguas en las zonas de cultivo - El mercado de exportación existe, principalmente hacia países como Nueva Zelya o Fiji que ya han contactado con los productores de Papúa Nueva Guinea, pero el desconocimiento del estado sanitario de los especímenes (ya que se exportan vivos) ha hecho que estos mercados no se haya evaluado por el momento
<p>Cangrejo de manglar</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La producción es todavía muy incipiente por lo que no hay personal con conocimientos actualizados sobre este cultivo - No se realiza la producción de semilla, por lo que la producción depende completamente de la recolección de juveniles de medio natural, que es muy variable dependiendo de las estaciones y las condiciones climáticas - El volumen de producción es muy limitado, lo que dificulta las negociaciones con los compradores y exportadores - No existe alimento destinado a esta especie a nivel local - Los equipos y materiales necesarios para el engorde no están disponibles en el país y es costoso importarlos - No existe una zonificación clara de las zonas costeras del país, lo que dificulta el desarrollo de nuevas instalaciones - El uso de sub-productos de la industria atunera como alimento de primera elección resulta económico, pero el bajo nivel de digestibilidad de este alimento está generando problemas mediambientales, como es el acumulo de sedimentos y los altos niveles de eutrofización de las aguas en las zonas de cultivo - El mercado de exportación existe, principalmente hacia países como Nueva Zelya o Fiji que ya han contactado con los productores de Papúa, pero el desconocimiento del estado sanitario de los especímenes (ya que se exportan vivos) ha hecho que estos mercados no se haya evaluado por el momento
<p>Holotúridos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La producción es todavía muy incipiente por lo que no hay personal con conocimientos actualizados sobre este cultivo a nivel nacional - No existe ningún manual de producción en lengua local y adaptado al contexto del país - El volumen de producción es muy limitado, lo que dificulta las negociaciones con los compradores y exportadores - No existe alimento destinado a esta especie

	<ul style="list-style-type: none"> - Los equipos y materiales necesarios para el engorde y para la producción de semilla no están disponibles en el país y es costoso importarlos - No existe una zonificación clara de las zonas costeras del país, lo que dificulta el desarrollo de nuevas instalaciones - Se desconocía por completo el número exacto de comunidades involucradas en la producción, número exacto de granjas y el número de centros de producción de semilla - Se desconocía por completo el estado sanitario actual de las poblaciones de cultivo, por lo que era complicado asegurar la calidad del mismo de cara a las exportaciones
Macroalga roja	<ul style="list-style-type: none"> - El volumen de producción actual es elevado, pero todavía limitado para que los productores y/o la agrupación de productores puedan tener un poder de negociación adecuado con los compradores y exportadores asiáticos - Los equipos y materiales necesarios para el cultivo no se encuentran en el mercado local y es complicado y costoso importarlos del exterior - No hay el suficiente apoyo técnico externo por parte del Ministerio, de la autoridad de pesca o de las divisiones provinciales de pesca - Los sistemas de producción son algo anticuados y en la mayor parte de los casos no son sistemas de flotación, lo que hace que los cultivos se vean altamente afectados por los cambios climáticos - Es necesario introducir variedades adaptadas al contexto local (calidad de agua, sistema productivo) - Se deben mejorar los protocolos de cosechado, secado, almacenado y pre-procesado o transformación - Se necesita mejorar los conocimientos de los productores locales de forma general - No existe un manual de producción en lengua local y adaptado al contexto del país - Se desconocía por completo el estado sanitario actual de las poblaciones de cultivo, por lo que era complicado asegurar la calidad del mismo de cara a las exportaciones

6.1.5. Expectativas de futuro

Las diferentes fuentes de información utilizadas en la presente tesis han aportado una visión relativamente esclarecedora sobre las perspectivas de futuro del sector con una prospección de aquí a 10 años (2025). Se ha comprobado que el sector está creciendo, de manera relativamente rápida en el caso de algunas especies. Se ha demostrado que el sector se está diversificando y profesionalizando, y que se requiere dar a conocer esta información para que la clase política y los legisladores sean conscientes de la necesidad de planificar, apoyar y desarrollar el sector de manera sostenible y coherente. Este proceso ha sido vivido por numerosos países asiáticos, en los que los legisladores y la clase política han comenzado a tener en cuenta la relevancia del sector acuícola gracias a evaluaciones que mostraban su contribución a la seguridad alimentaria en las poblaciones rurales (ASAP, 2009; FAO, 1997; FAO SOFIA, 2016; IMF, 2012). Podemos decir que los productores se sienten empoderados gracias a sus resultados productivos alentadores, pero aislados de la administración y las altas esferas políticas del país (CDP, 2006).

Con respecto a las principales acciones futuras que están entre los objetivos de los productores y agrupaciones de productores de las diferentes especies de cultivo del país destacan las siguientes:

- I. Los productores desean **aumentar su producción actual**, tanto de semilla como de producto final.
- II. La **calidad de la semilla** de ciertas especies, principalmente de la tilapia del Nilo, debe mejorarse a través del desarrollo y la puesta en marcha de un plan nacional de gestión de reproductores y a través de la introducción de razas mejoradas procedentes del exterior.
- III. El sector va a centrarse en adquirir y/o producir **alimento de calidad** y alta digestibilidad para las especies que lo requieran, aunque este punto dependerá notablemente del volumen de producción.
- IV. El sector quiere continuar con su proceso de diversificación, tanto a través de la domesticación de especies locales (varias especies de meros, mugilidos, bivalvos, etc.), como a través de la introducción de especies exóticas (panga, gamba, gracilaria, etc.).
- V. Los productores pretenden realizar la **introducción de variedades** (algas) y razas (animales) mejorados procedentes de países mas productores. Entre ellas se baraja la introducción de variedades mejoradas de macroalga roja procedentes de Indonesia, la introducción de tilapia del Nilo de la raza GIFT de Malasia, o la introducción de razas mejoradas de trucha arco iris procedentes de Australia.
- VI. Se pretende aumentar el **mercado de exportación** gracias a la exportación de productos de alta calidad y de estado sanitario conocido, como la langosta de roca, el cangrejo de manglar o el barramundi.
- VII. Se pretende aumentar el mercado local en Port Moresby.
- VIII. Los protocolos de **procesado** van a ser revisados y actualizados para todas las especies.

6.1.6. Características generales del sector

A partir de las diferentes fuentes de información que se han utilizado en la presente tesis, se puede decir que hay una serie de características muy marcadas en el sector acuícola de este país:

- I. Más del 90% de la producción en valor y en volumen procede de especies exóticas de agua dulce, como son la tilapia del Nilo, la carpa común y la trucha arco iris.
- II. Por lo tanto, más del 90% de la producción procede de especies exóticas o introducidas, no nativas.
- III. El sector se ha diversificado notablemente en los últimos años, gracias al esfuerzo de varias agencias de desarrollo internacional (Australia, Nueva Zelya, Japón, Alemania), y, sobre todo, gracias al esfuerzo de los inversores locales, que están asumiendo y han asumido un gran riesgo.
- IV. Se ha diversificado principalmente hacia la producción de especies marinas, que son de alta demya en una sociedad de clase media creciente en el país, y que tienen, además, buenas perspectivas para la exportación a países vecinos dentro de la región, como son Australia, Nueva Zelya o Fiji, en los que la mano de obra y el coste de producción sería mucho más elevado que en Papúa Nueva Guinea.
- V. Existe una especie exótica que tiene verdaderas expectativas de crecimiento a largo plazo y de manera sostenible, que es la macroalga roja “cottonni”, que actualmente se cultiva solamente en una provincia, aunque con más de 2.000 familias involucradas en su cultivo.
- VI. A pesar de los esfuerzos realizados por varias agencias e instituciones extranjeras, el cultivo de bivalvos no ha sido exitoso en el país tras la realización de numerosos intentos y ensayos.
- VII. Una de las especies de reciente cultivo, el pepino de mar u holotúrido de la especie *Holothuria scabra*, ha comenzado a cultivarse a través del manejo de comunidades locales con muy buenos resultados.

Este tipo de producción comunitaria, que involucra a toda la comunidad de una misma isla o región costera puede ser un gran ejemplo a seguir para otras especies de cultivo, y para esta misma especie, pero en otras provincias del país. Es una estrategia fácilmente replicable y que conlleva altos beneficios para la comunidad y para las familias de forma individual en relación a la mejora de la seguridad alimentaria y de aumento de los ingresos de la economía familiar.

- VIII. Algunas de las especies de reciente introducción, como es el caso del barramundi, tiene un gran nicho de expansión gracias a la existencia de la industria minera en el país, que demya una gran cantidad de pescado de alta calidad (y que guste a la mayor parte de los trabajadores, que son australianos, aficionados a la ingesta de barramundi), y que se pueda filetear fácilmente, como es el caso del barramundi. Además, este es un producto perfecto para ser exportado a países vecinos, bien en fresco, o procesado y congelado.
- IX. Otras dos especies recientemente cultivadas, como son la langosta de roca y el cangrejo de manglar, tienen altas expectativas de crecimiento si se estructura su comercialización local y las posibles exportaciones a países vecinos, como productos vivos. Existe actualmente la pretensión de países como Nueva Zelya o Fiji para comenzar la importación de estos dos productos en vivo, ya que existe una alta demya en estos dos países que no son capaces de cubrir con la pesca extractiva de estas especies.

6.2. Evaluación del estado sanitario de las poblaciones o stocks domesticados de las principales especies de cultivo en el país

Debe tenerse en cuenta que el origen inicial de la presente tesis era la evaluación del estado sanitario de las poblaciones de cultivo en Papúa Nueva Guinea. Durante el proceso de planificación de esta evaluación sanitaria se puso de manifiesto que los conocimientos generales sobre el sector no eran suficientes, es más, no había datos e información sobre producción (número de granjas, número de centros de producción de semilla, ubicación, granjeros involucrados, sistemas productivos, comercialización, etc.) de la mayor parte de las especies de cultivo, lo que hacía imposible evaluar su estado sanitario (Johansen, 2011). Debido a este hecho se decidió llevar a cabo una doble evaluación en el país, por un lado y, en primer lugar, una evaluación general del sector, y, por otro lado, y en segundo lugar, la evaluación del estado sanitario general de las poblaciones de cultivo, con especial énfasis en la evaluación de los patógenos de declaración obligatoria para la OIE (Philliphs, 2015). Esta solicitud llegó de manos de la Autoridad Nacional de Pesca, que necesitaba conocer el estado sanitario de los cultivos, ante las posibilidades de exportación de animales vivos emergentes en el país (Anexo 3). Durante la evaluación del estado sanitario de las poblaciones de cultivo se llevaron a cabo las siguientes etapas:

- Selección de las especies a evaluar, una vez que el estado general del sector en el país fue estudiado.
- Selección de las enfermedades y/o patógenos a evaluar en el estudio.
- Selección del sistema de muestreo de granjas, teniendo en cuenta su ubicación y volumen de producción.
- Selección del número de granjas y del número de especímenes por granja a muestrear.
- Selección de los métodos de diagnóstico a utilizar para cada patógeno.
- Selección de los laboratorios para realizar el estudio.
- Toma de muestras (durante 3 años consecutivos).
- Análisis de las muestras.
- Diseminación de resultados (presente tesis).

Tras la defensa de la presente tesis se va a llevar a cabo un seminario nacional en el país, programado para finales del 2018, en el que se presentaran los datos de la tesis y se evaluarán las etapas a seguir para el desarrollo sostenible del sector.

De manera general, y con respecto a la situación sanitaria, a pesar de que el grado de prevalencia de ciertos parásitos externos es realmente elevada en todas las especies de cultivo, lo que indica una necesidad clara de mejora del sistema productivo y de la gestión de la calidad del agua, la mayor parte de las granjas son consideradas libres de enfermedades bacterianas de relevancia para la especie de cultivo, y todas ellas son libres de enfermedades de declaración obligatoria para la OIE (OIE, 2016).

A continuación, se presentan las conclusiones detalladas dentro de cada uno de los análisis.

6.2.1 Evaluación del análisis bacteriano

Se debe remarcar que, en general, el análisis bacteriano fue esperanzador para el sector en todas las especies actualmente en cultivo en el país (Burkholder, 2011). A pesar de que se aislaron ciertas especies bacterianas con media/alta prevalencia en algunas de las especies de cultivo, las especies bacterianas aisladas son consideradas como patógenos secundarios u oportunistas en todos los casos (Viola, 1995). No se ha identificado ninguna infección causada por agentes patógenos primarios o altamente patógenos para ninguna de las especies de cultivo ni en ninguna de las granjas.

Las especies bacterianas que han presentado la mayor prevalencia han sido: *Aeromonas hydrophila* y *Streptococcus iniae*, que son ambas dos bacterias no consideradas como patógenos primarios en acuicultura, sino como patógenos secundarios u oportunistas vinculados a altos niveles de estrés en la población afectada (Austin, 1999; Davlin, 1991; Low, 1999; Shoemaker, 2000). Los grados altos de estrés conducen a un estado de inmunosupresión que puede provocar que este tipo de bacterias, presentes de manera natural en el medio, infecten a los especímenes vulnerables y provoquen una infección secundaria (Karunasagar, 2003).

Los altos grados de estrés suelen estar provocados por prácticas inadecuadas de manejo, tales como mala calidad de agua, alimentación inadecuada o insuficiente, altas densidades de cultivo, altos niveles de eutrofización, etc (Johansen, 2011).

Por otro lado, como se ha indicado en la sección 4, la mayor parte de los especímenes en los que se aislaron dichas cepas bacterianas presentaban signos clínicos muy leves y apenas perceptibles externamente (Fairfield, 2000). Se puede concluir, que, salvo en dos casos, los agentes aislados no son patógenos primarios. Las excepciones son:

1. La infección por *Vibrio parahaemolyticus* en el caso del camarón de agua salada (*Penaeus monodon*), que puede considerarse como un patógeno primario (Nils, 2000).
2. El caso de la macroalga roja “cottonni” en el que desconocemos el verdadero rol de la infección por *Vibrio harveyi* en la enfermedad del hielo o “ice-ice disease” (Woo, 2000).

El resto de las cepas bacterianas aisladas se corresponden con casos de gestión inadecuada de la granja, altos niveles de densidad de cultivo, inadecuada calidad de agua (temperatura, salinidad, oxígeno, pH, etc.) y protocolos de alimentación deficientes (Yreus, 1989; Exell, 2001). A continuación, se presenta la Tabla 51 que compila los resultados obtenidos para cada una de las especies en el análisis bacteriano, con las conclusiones correspondientes para cada una de ellas.

Tabla 51. Compilación de resultados de análisis bacterianos

Especie	Resultados análisis bacteriano	Comentarios
Trucha arco iris	- <i>Aeromonas hydrophila</i> - <i>Streptococcus iniae</i> - <i>Flavobacterium branchyophyla</i>	Patógenos oportunistas
Carpa común	- <i>Aeromonas hydrophila</i> - <i>Flavobacterium branchyophyla</i> - <i>Flavobacterium columnare</i>	Patógenos oportunistas
Tilapia del Nilo	- <i>Aeromonas hydrophila</i> - <i>Streptococcus iniae</i>	Patógenos oportunistas
Barramundi	- <i>Aeromonas hydrophila</i> - <i>Aeromonas caviae</i>	Patógenos oportunistas
Chano o milkfish	- <i>Streptococcus iniae</i>	Patógeno oportunista
Camarón de agua dulce	- Negativo	Negativo
Camarón de agua salada	- <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Patogeno primario
Cangrejo de manglar	- Negativo	Negativo
Langosta de roca	- Negativo	Negativo
Holotúridos	- <i>Aeromonas hydrophila</i>	Patógeno oportunista
Macroalga roja	- <i>Vribrio harveyi</i>	Se desconoce su implicación en el síndrome de la enfermedad del hielo, ya que estudios anteriores vinculan a <i>Aeromonas hydrophila</i> con esta enfermedad, pero no mencionan la implicación de Vibrios (Hayashi, 2007).

Se ha podido comprobar a lo largo de la evaluación que en un gran número de granjas los sistemas productivos para todas las especies de cultivo en el país son algo anticuados y no han sido modernizados en los últimos años. Esta es una tendencia relativamente común en la mayor parte de los países del Pacífico, debido a su aislamiento y a las dificultades de acceso a recursos y tecnología (Costa-Pierce, 1987; FAO, 2010; SPC, 2016; Pullin, 1997). Además, muchos de los productores no poseen la formación técnica necesaria para llevar a cabo una producción eficiente, y para poder adaptarse a los diferentes problemas que acontecen durante el ciclo productivo.

Los principales problemas de manejo del sector acuícola continental son: baja tasa de renovación de agua, alta eutrofización, bajos niveles de oxígeno, temperaturas altamente variables debido al uso de aguas de diferentes orígenes dependiendo de la disponibilidad, falta de control de la calidad de agua, cultivo de especímenes de tallas muy diversas, falta de control de los protocolos de suplementación alimentaria, uso de alimentos de baja calidad, falta de control de la tasa de alimentación, falta de realización de muestreos periódicos e inadecuadas prácticas de higiene o de bioseguridad.

Los principales problemas de manejo del sector acuícola marino son: inadecuada selección de zonas de cultivo, inadecuada gestión de los estanques inter-mareales (lo que conlleva una baja tasa de renovación de agua, inadecuado vaciado, secado y limpieza de lodos en el estanque), falta de renovación y limpieza de redes en el caso del cultivo en jaulas, altas densidades de cultivo, falta de triaje por lo que animales de tallas muy diversas son cultivados a la vez en el mismo compartimento, uso de alimentos de baja calidad o no específicamente destinados a la especie de cultivo, falta de control de la tasa de alimentación, falta de realización de muestreos periódicos e inadecuadas prácticas de higiene general o bioseguridad.

Los buenos resultados en el análisis bacteriano pueden ser debido a varios motivos:

- Baja intensificación de las producciones (por el momento).
- Sistemas de cultivo extensivos e integrados que favorecen el crecimiento de flora bacteriana beneficiosa para el organismo en el medio de cultivo, y disminuyen la presencia de posibles patógenos primarios.
- Limitado o no existente movimiento o intercambio de animales acuáticos con otros países (debido al aislamiento del país), lo que ha mantenido al país libre de patógenos de alta patogenicidad y/o de declaración obligatoria para la OIE.
- Zonas de producción poco contaminadas y con poca carga microbiológica (en lo que se refiere a aguas salobres, zonas costeras, ríos, lagos, etc.).
- La introducción de las especies de cultivo exóticas se llevó a cabo hace muchos años, por lo que no ha habido intercambios recientes que hayan podido conllevar la entrada y propagación de posible patógenos junto con los organismos importados.

Por último, las granjas de engorde de las nuevas especies de cultivo, tales como las granjas de cangrejo de manglar o de langosta de roca, entre otras, han resultado negativas al análisis bacteriano por completo para todas sus zonas productivas. Esto demuestra que estos cultivos incipientes todavía tienen un muy alto nivel sanitario.

6.2.2 Evaluación del análisis parasitario

La situación sanitaria en el caso de los patógenos parasitarios es algo diferente de la situación para los patógenos bacterianos, ya que la mayor parte de las granjas de determinadas especies, sobre todo especies de peces, han sido positivas para uno o más parásitos de alta patogenicidad, presentando altos niveles de prevalencia en muchos de los casos, como es común en la mayor parte de los estudios parasitarios realizados en especies de agua dulce en países tropicales y subtropicales en vías de desarrollo (Rohda, 2005). Las granjas de crustáceos, holotúridos y macroalgas no han presentado altos grados de parasitación ya que no tienen un nivel de intensificación elevado, como se ha valorado anteriormente en estudios similares (Justine, 2010). En la evaluación parasitaria no se han encontrado infestaciones relevantes a nivel poblacional.

Los principales motivos por los que las tasas de parasitación pueden ser relativamente altas, como ya han indicado otros autores (Cordoba, 2015) en algunas de las especies de peces cultivados son variadas y se han citado en el apartado anterior para justificar la presencia de patógenos bacterianos oportunistas:

- Baja tasa de renovación de agua.
- Alto grado de eutrofización.
- Bajos niveles de oxígeno.
- Temperaturas altamente variables debido al uso de aguas de diferentes orígenes dependiendo de la disponibilidad o debido a la rotación de los cultivos.
- Falta de control de la calidad de agua.
- Uso de alimentos muy poco digestibles, lo que conlleva una alta eliminación de desechos: alta contaminación del agua, problemas medioambientales y alimentación deficiente.

- Cultivo de especímenes de tallas muy diversas debido a la falta de triaje.
- Inadecuada selección de las zonas de producción.
- Falta de realización de muestreos periódicos.
- Inadecuadas prácticas de higiene o de bioseguridad.

Gracias a la evaluación del sector se ha determinado que más del 95% de los productores encuestados no sabían cómo evaluar la presencia de problemas parasitarios. Tampoco sabían cómo prevenirlos, es decir, cuales son los factores que favorecen su presencia, ni mucho menos como tratarlos en el caso de que les sean diagnosticados. Este hecho demuestra que los conocimientos técnicos de la mayor parte de los productores son realmente limitados, problema muy común en muchos de los países en vías de desarrollo o en transición en los que se desarrolla una producción acuícola de especies tropicales altamente susceptibles a procesos parasitarios (Cordoba, 2015; Phillips, 2015).

La Tabla 52 muestra una compilación de los resultados parasitarios. El parásito más común en los cultivos de peces ha sido *Trichodina* spp., (el de mayor prevalencia), aunque no ha sido el parásito que ha dado lugar a las infestaciones de mayor intensidad o a los signos clínicos y síntomas de mayor gravedad, como ha sido descrito por otros autores en el caso de explotaciones extensivas o semi-extensivas en otros países (Kreier, 2013; Prescott, 1994).

Tabla 52. Compilación de los resultados de la evaluación parasitaria

Especie	Resultados análisis parasitario	Comentarios
Trucha arco iris	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> • <i>Trichodina</i> sp. • <i>Costia necatrix</i> • <i>Ichthyobodo necátor</i> • <i>Chilodonella cyprini</i> 	Serios problemas de parasitación debido principalmente a dos parásitos: especies del genero , <i>Trichodina</i> spp. y <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> .
Tilapia del Nilo	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> • <i>Trichodina</i> sp. • <i>Dactylogyrus</i> sp. • <i>Ciclidogyrus tilapidae</i> • <i>Chilodonella cyprini</i> 	Serios problemas de parasitación debido principalmente a dos parásitos: especies del genero , <i>Trichodina</i> spp. y <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> .
Carpa común	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Trichodina</i> sp. • <i>Chilodonella cyprini</i> • <i>Dactylogyrus</i> sp. 	Problemas leves de parasitación debido a <i>Trichodina</i> sp. y <i>Dactylogyrus</i> sp.
Barramundi	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cryptocarium irritans</i> • <i>Neobenedenia melleri</i> • <i>Amyloodinium ocellatum</i> 	Problemas leves de parasitación debido a las tres especies de parásitos.
Chano o Milkfish	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Trichodina</i> sp. • <i>Cryptobia</i> sp. 	Serios problemas de parasitación debido a <i>Trichodina</i> sp.
Camarón de agua dulce	Negativo	No procede
Camarón de agua salada	Negativo	No procede
Langosta de roca	Negativo	No procede
Cangrejo de manglar	Negativo	No procede
Holotúridos	Negativo	No procede
Macroalga roja	Negativo	No procede

6.2.3 Evaluación del análisis de enfermedades de declaración obligatoria para la OIE

Uno de los puntos más positivos de la realización de la evaluación del estado sanitario de las poblaciones actuales de cultivo en Papúa Nueva Guinea ha sido que el análisis de las enfermedades de declaración obligatoria para la OIE ha resultado negativo para todas las especies y para todas las enfermedades, y en todas las granjas muestreadas en el país, lo que supone un resultado altamente positivo (Fairfield, 2000). Se debe tener en cuenta que, para todas las especies, salvo en el caso de la tilapia del Nilo, se muestrearon las granjas que aportan más del 90% de la producción para cada especie. En el caso de la tilapia del Nilo solamente se muestrearon 1.098 granjas de 15.000 granjas, lo que supone un 7% de las mismas, pero un 30% de la producción, ya que se seleccionaron algunas de las granjas más grandes en el estudio (junto con otras de pequeño y de mediano tamaño).

Los resultados oficiales de estos análisis, llevados a cabo siguiendo los protocolos de biología molecular definidos en el Apartado 3, se presentan en el Anexo 2 de la presente tesis.

CONCLUSIONES

7. Conclusiones

- El sector acuícola nacional se ha diversificado notablemente con respecto a las especies de cultivo, pasyo de cultivar 3 especies acuáticas en el 1990, a cultivar 11 especies acuáticas en el 2015.
- La acuicultura también se ha diversificado con respecto a los sistemas de cultivo, con la inclusión de 3 nuevos sistemas de cultivo marino, 1 sistema de cultivo integrado (agricultura/acuicultura) y 1 sistema de policultivo.
- El sector acuícola contribuye notablemente a mejorar la seguridad alimentaria del país, ya que el 50% de la producción acuícola es destinada al consumo doméstico o local.
- Papúa Nueva Guinea se sitúa como uno de los pocos países del mundo libre de enfermedades de declaración obligatoria para sus especies de cultivo acuícola, lo que es una ventaja comparativa innegable de cara al mercado de exportación.
- Con respecto a los patógenos endémicos, hay altas prevalencias de parásitos externos en todas las especies de cultivo, lo que nos indica que las prácticas de manejo a nivel de granja (gestión de la calidad de agua, densidad de cultivo, etc.) tienen que ser revisadas y mejoradas.
- Las organizaciones de productores juegan un papel vital en el desarrollo del sector acuícola. Este sector se ha desarrollado con un gran apoyo institucional, pero este apoyo no puede llegar a todos los rincones de un vasto país con graves problemas de acceso e infraestructuras. Por este motivo, las asociaciones de productores han sido claves para que los productores de peces accedieran a las semillas, reproductores, alimento, equipos necesarios para la producción y tecnología de producción.
- Se requieren mecanismos más eficaces y mayor inversión en recursos humanos y financieros a nivel provincial dentro de los sectores agrícolas y pequeros.
- Se requieren mejorar los conocimientos sobre el estado sanitario de las principales especies de cultivo acuícola en el país, para promover y favorecer las exportaciones de productos acuícolas a terceros países, tanto dentro, como fuera de la región de Oceanía.

8. Bibliografía

1. Abbott, I.A., 1999. Marine Red Algae of the Hawaiian Islys. Bishop Museum Press, Honolulu, Hawai'i.
2. ADB (Asian Development Bank). 2008. Papúa New Guinea: Preparing the Power Sector Development Project.
3. Aluja S. de Aluja. 1993. Técnicas de necropsia en animales domésticos.
4. Allen G.R. 1991. Field guide to the freshwater fishes of New Guinea. Publication No. 9 of the Christensen Research Institute, Madang, Papua New Guinea.
5. Ali, M., 1996. Studies of the pathological changes in Tilapia Nilotica (*O. Niloticus*) due to Motile *Aeromonas* infection. M. V. Sc. thesis, department of pathology, Fac. of Vet. Med. Cairo Univ.
6. Análisis de riesgos de importación de la especie *Rarycentron canadum* (cobia) desde Vietnam y Taiwan a PNG. SPC, 2011.
7. Yreus, 1989. The Manual of Fish Health. Stillwater, MN: Voyageur Press. ISBN 1-56465-160-6.
8. Aquaculture's growth continuing: improved management techniques can reduce environmental effects of the practice. Engineering & Technology for a Sustainable World 16.5. 2009: 20-22. Gale Expyed Academic ASAP.
9. AraKoosh, M. R., D. Boylen, C. L. Stafford, L. L. Johnson y T. K. Collier. 2005. Use of disease challenge assay to assess immunotoxicity of xenobiotics in fish. National Oceanic y Atmospheric Administration pp; 19-22. CRC press.
10. Armitage, Lynne. Customary Ly Tenure in Papua New Guinea: Status y Prospects. Queensly University of Technology. 2005.
11. Asian Development Outlook 2015: Financing Asia's Future Growth. Asian Development Bank (ADB). 2015.
12. AusAID. 2005. HIV/AIDS in Papúa New Guinea. Australia's Aid Program.
13. Australian Geographic. New y rare species found in remote PNG. 2014.
14. Australian Quarantine y Inspection Service (AQIS) – national aquatic pathogen list. AQIS 2010.
15. Austin, B y D. A. Austin. 1999. Bacterial fish pathogens; disease of farmed y wild fish. Springer y praxis publishing ltd., Chichster, UK.
16. Axelrod HR, Untergasser D. 1989. Hybook of fish diseases. Neptune, NJ: T.F.H. Publications. ISBN 0-86622-703-2.
17. Bacteriological Analytical Manual (BAM) United States Department of Agriculture USDA, 2013.
18. Becker, P. 2002. La maladie de la tache blanche chez l'holothurie comestible commercialisée *Holothuria scabra*. Université de Mons-Hainaut. Master thesis. 55pp.
19. Blakeney, M. 2000. An assessment of grain production y imports in Papua New Guinea (1975-2000).
20. Bondad-Reantaso MG, McGladdery SE, East I, Subasinghe RP (eds). 2001. Asia Diagnostic Guide to Aquatic Animal Diseases. FAO Fisheries Technical Paper No. 402, FAO, Rome, 240 p.
21. Bourke, B. 2000. An overview of food security in Papua New Guinea.
22. Bromage ES, Thomas A, Owens L. 1999. *Streptococcus iniae*, a bacterial infection in barramundi *Lates calcarifer*. Disease of Aquatic Organisms. 36 (3): 177-81.
23. Burke, V., J. Robinson, H. M. Atkinson y M. Gracey. 1981. Biochemical characteristics of enterotoxogenic *Aeromonas* sp. J. Clin. Microbiol 15: 48-52.
24. Burkholder, J.M. y S.E. Shumway. 2011. Bivalve shellfish aquaculture y eutrophication. In, Shellfish Aquaculture y the Environment. Ed. S.E. Shumway. John Wiley & Sons.
25. Chapman, Frank A. 1992. Culture of Hybrid Tilapia: A Reference Profile. Circular 1051. University of Florida, Institute of Food y Agricultural Sciences.
26. Yuasa K, Sano M, Kurita J, Ito T, Iida T. 2005. Improvement of a PCR method with the Sph 1-5 primer set for the detection of koi herpesvirus (KHV). Fish Pathology 40, 37-39.

27. Bercovier H, Fishman Y, Nahary R, Sinai S, Zlotkin A, Eyngor M, Gilad O, Eldar A, Hedrick RP. 2005. Cloning of the koi herpesvirus (KHV) gene encoding thymidine kinase y its use for a highly sensitive PCR based diagnosis. *BMC Microbiol.* 5: 1–9.
28. Caira JN, Reyda FB. 2005. Eucestoda (true tapeworms), p 92-104. In: Rohde K (ed) *Marine Parasitology*. CAB International Publishing, Wallingford, UK.
29. Chari PV, Dubey SK. 2006. Rapid y specific detection of luminous y non-luminous *Vibrio harveyii* isolates by PCR amplification. *Current Science* 90:1105-1108.
30. Cipriano, C. Rocco, M. 2001. *Aeromonas hydrophila* y Motile *Aeromonas* Septicemias of fish. Fish disease leaflet 68.
31. Coates D. 1986. Inly fisheries in Papua New Guinea. FAO Fisheries Report No. 371 Supplement, pp. 119-129.
32. Coates D.1997. Fish stocking activities undertaken by the Sepik River Fish Stock Enhancement Project (1987–1993) y the FISHAID Project (1993–1997).
33. Córdoba, M. 2015. Protozoan y metazoan parasites of Nile tilapia *Oreochromis Niloticus* cultured in Brazil; 20(1): 2812-2819.
34. Costa-Pierce, B.A. 1987. Aquaculture in ancient Hawaii. *BioScience.* 37 (5): 320–331.
35. Crane MSTJ, Davies KR. 2006. Aquatic Animal Health Subprogram: Establishment of diagnostic expertise for detection y identification of red sea bream iridovirus (RSIV). Fisheries Research y Development Corporation Project Number 2003/620.
36. Davidson, H. 2013. Papua New Guinea: a country suffering spiralling violence. *Guardian News y Media Limited.*
37. Davlin, A. Jr. 1991. The nineties: A booming decade for the aquaculture industry. An analyst's report 31, 1-6.
38. Desarrollo del cultivo de algas en la Provincia de Bouganville, PNG. SPC, 2015.
39. Diab AS, Aly SM, John G, Abde-Hadi Y, Mohammed MF. 2008. Effect of garlic, black seed y Biogen as immunostimulants on the growth y survival of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae), y their response to artificial infection with *Pseudomonas fluorescens*. *African Journal of Aquatic Science* 33:63-68.
40. Directorio de empresas acuícolas del Pacífico. SPC, 2013.
41. European Commission, perfiles de países, Papua Nueva Guinea, 2016.
42. Eissa, I. A., A. F. Badran y M. Moustafa. 1990. An outbreak of red mouth disease among cultured freshwater fishes in Ismailia Governorate. *J.Vet. Sci., Alexyria* 6(7): 109-120.
43. Eissa, I. A. M., A. F. Badran y M. Moustafa y H. Fetaih. 1994. Contribution to Motile *Aeromonas* Septicemia in some cultured y wild freshwater fish. *Vet.Med. J., (Giza)*, 42: (1), 63-69.
44. Ellis T.; North B.; Scott A.P.; Bromage N.R.; Porter M.; Gadd D. 2002. The relationships between stocking density y welfare in farmed rainbow trout. *Journal of Fish Biology.* 61 (3): 493–531.
45. Emmenegger EJ, Meyers TR, Burton TO, Kurath G. 2000. Genetic diversity y epidemiology of infectious hematopoietic necrosis virus in Alaska. *Dis Aquat Org* 40: 163-176.
46. Esch, G. H. y T. C. Hazen. 1980. Stress y body condition in a population of largemouth bass: implications for red sore disease. *Transaction of the American Fisheries Society.* 109: 532-536.
47. Estrategia regional del SPC para el desarrollo del sector acuícola 2007-2011. SPC, 2007.
48. Exell A, Burgess PH, Bailey MT. A-Z of Tropical Fish Diseases y Health Problems. New York, N.Y: Howell Book House. ISBN 1-58245-049-8.
49. Fairfield, T. 2000. A commonsense guide to fish health. Woodbury, N.Y: Barron's Educational Series. ISBN 0-7641-1338-0.
50. Faisal, M., W. Popp y M. Refai. 1989. *Aeromonas hydrophila*-related septicemia in the Nile tilapia (*Oreochromis Niloticus*). *Berl Munch Tierarztl Wochenschr*; 102:87-93. FAO website, link: <http://www.fao.org/home/en/>
51. FAO AQUASTAT, 2016; link: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
Búsqueda de especies acuáticas, link: <http://www.fao.org/fishery/species/search/es>
52. FAO DIAS, database on aquatic species introductions, link: <http://www.fao.org/fishery/dias/en>

53. FAO Fisheries Country Profiles. Link: <http://www.fao.org/countryprofiles/en/>
54. FAO Fisheries Technical Paper N°519, 2010
55. FAO. 1999. Irrigation in Asia in figures. FAO Water Report no.18. Rome.
56. FAO, programa de información de especies acuáticas, link: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/search/es>
57. FAO, perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países, link: <http://www.fao.org/fishery/countryprofiles/search/es>
58. FAO, Visión general del sector acuícola nacional (NASO), link: <http://www.fao.org/fishery/naso/search/es>
59. FAO, Visión general de la legislación acuícola nacional (NALO), link: <http://www.fao.org/fishery/nalo/search/en>
60. FAO, Rome. EHPG. 1996. Highly Aquaculture Development Centre Stage 2: PIP for submission for funding in 1997–2000. Eastern Highlys Province Government.
61. FAO. 1997. Papua New Guinea. Fisheries improvement by stocking at higher altitudes (FISHAID) Project. FI:PNG/93/007 Terminal Report. FAO, Rome.
62. Fishbase, 1996
63. Fishbase, 2016
64. Foster, Race; Smith, Marty. "Ich in Freshwater Fish: Causes, Treatment, y Prevention". Retrieved 2014-04-07.
65. Gibson J. 2000. Food demy in the rural y urban sectors of Papua New Guinea.
66. Gilad O, Yun S, Zagmutt-Vergara FJ, Leutenegger CM, Bercovier H, Hedrick RP. 2004. Concentrations of Koi herpesvirus (KHV) in tissues of experimentally infected *Cyprinus carpio* koi as assessed by real time TaqMan PCR. *Dis Aquat Org* 60: 179-187.
67. Gray WL, Mullis L, LaPatra SE, Groff JM, Goodwin A. 2002. Detection of koi herpesvirus DNA in tissues of infected fish. *Journal of Fish Diseases* 25, 171–178.
68. Groff, J. M. y S. R. Lapatra. 2000. Infectious diseases affecting the commercial salmonids. *J. Applied Aquaculture* 10(4): 17-90.
69. Groube, Chappell, Muke & Price. 1986. A 40.000-year-old human occupation site at Huon Peninsula, Papúa New Guinea. *Nature*, 324, 453-455.
70. HAQDEC Newsletter. 1998. Published by Highlys Aquaculture Development Centre, ed. by J. Wani, J. Soranzie y K. Masuda.
71. Hanzelová, V. & Žitnan, R. 1985. Epizootiologic importance of the concurrent monogenean invasion in carp. *J. Helminthologia* 22: 277–283.
72. Hanson, L W, Allen B J, Bourke R M, McCarthy, T J. 2001, Papua New Guinea Rural Development Hybook, The Australian National University.
73. Hodnely K, Endresen C. 2006. Sensitive y specific detection of salmonid alphavirus using realtime PCR (TaqMan). *J Virol Methods* 131: 184–192.
74. Igor Eeckhaut, Eric Parmentier, Pierre Becker, Serge Gomez da Silva y Michel Jangoux. Parasites y biotic diseases in field y cultivated sea cucumbers. FAO, 2004.
75. Innes W.T. 1996. "Exotic Aquarium Fishes" 19th Ed. Aquarium incorporated New Jersy. U.S.A.
76. IPA (Investment Promotion Authority). 2006. Department of Environment y Conservation.
77. James, Paul; Nadarajah, Yaso; Haive, Karen; Stead, V. 2012. Sustainable Communities, Sustainable Development: Other Paths for Papua New Guinea. Honolulu: University of Hawaii Press.
78. Jya, J. M. 1991. Recent advances in the study of the taxonomy, pathogenicity y infectious syndromes associated with the genus *Aeromonas*. *Clin. Microbiol* (10): 397-410.
79. Japanese ODA (official development assistance) loans. 2010. Port Moresby Sewerage System Upgrading Project.
80. Johansen L.H.; Jensen I.; Mikkelsen H.; Bjorn P.A.; Jansen P.A.; Bergh O. 2011. Disease interaction y pathogens exchange between wild y farmed fish populations with special reference to Norway. *Aquaculture*. 315 (3–4): 167–186.

81. Karunasagar, I., I. Karunasagar y S. K. Otta. 2003. Disease problems affecting fish in tropical environments. *J. Applied Aquaculture*. 13 (3/4): 231-249.
82. Kreier, Julius P. 2013. Parasitic Protozoa. Academic Press. ISBN 9781483288796.
83. Knauff, Bruce M. 1999. From Primitive to Postcolonial in Melanesia y Anthropology. University of Michigan Press. p. 103. ISBN 0-472-06687-0.
84. Kompanets, E. V., N. M. Isaeva y I. A. Balakhnin. 1992. Bacteria of genus *Aeromonas* y their role in aquaculture. *Microbial. Zh*; 54 (4): 89-99.
85. Krkosek M, Ford JS, Morton A, Lele S, Myers RA y Lewis MA. 2007. Declining Wild Salmon Populations in Relation to Parasites from Farm Salmon Science, 318, 5857: 1772.
86. Krkošek, Martin, et al. Report: Declining Wild Salmon Populations in Relation to Parasites from Farm Salmon. Science: Vol. 318. no. 5857, pp. 1772 - 1775, 14 December 2007.
87. Kurita J, Nakajima K. 2012. Megalocytiviruses. *Viruses* 4: 521-538.
88. Grutter, A. S. 1994. Spatial y temporal variations of the ectoparasites of seven reef fish species from Lizard Isly y Heron Isly, Australia. *Marine Ecology Progress Series*. 115: 21-30.
89. Jonstrup SP, Kahns S, Skall HF, Boutrup TS, Olesen NJ. 2012. Development y validation of a novel Taqman-based real-time RT-PCR assay suitable for demonstrating freedom from viral haemorrhagic septicaemia virus. *J Fish Dis* 36: 9-23.
90. Justine, J.-L., Beveridge, I., Boxshall, G. A., Bray, R. A., Moravec, F. & Whittington, I. D. 2010: An annotated list of fish parasites (Copepoda, Monogenea, Digenea, Cestoda y Nematoda) collected from Emperors y Emperor Bream (*Lethrinidae*) in New Caledonia further highlights parasite biodiversity estimates on coral reef fish. *Zootaxa*, 2691, 1-40.
91. Lafrentz, B. R., S. R. Lapatra, G. R. Jones, J. L. Congleton, B. Sun y K. D. Cain. 2002. Caractérisation of serum y mucosal antibody responses y relative per cent survival in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), following immunization y challenge with *Flavobacterium psychrophilum*. *J. fish diseases* 25, 703-713.
92. Lahav D, Eynigor M, Hurvitz A, Ghittino C, Lublin A, Eldar A. 2004. *Streptococcus iniae* type II infections in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Disease of Aquatic Organisms*. 62 (1-2): 177-80.
93. Lazard, J. 2011. Evaluation of aquaculture systems sustainability: a methodology y comparative approaches. CIRAD (France).
94. Ley de pesca de Papua Nueva Guinea <https://www.legislation.gov.au/Details/C2004A00066LesterRJG>. 2005. Isopoda (isopods), p 138-144. In: Rohde K (ed) *Marine Parasitology*. CAB International Publishing, Wallingford, UK.
95. Lio-Po, G. D., J. P. Pascual y J. G. Santos. 1983. Philippines. Fish Quarantine y fish diseases in Southeast Asia, report of a workshop held in Jakarta, Indonesia, 7-10 Dec. 1982. Ottawa Ont. IDRC (79pp.), 35-46.
96. Low DE, Liu E, Fuller J, McGeer A. 1999. *Streptococcus iniae*: an emerging pathogen in the aquaculture industry. In W. Michael Scheld, William A. Craig, Donald Armstrong, James M. Hughes. *Emerging Infections* 3. Washington, DC: ASM Press. pp. 53-65.
97. Lynn, DH. 2008. The Ciliated Protozoa: Characterization, Classification, y Guide to the Literature. Berlin: Springer. p. 183. ISBN 978-1-4020-8238-2.
98. Malik, K. 2014. Sustaining Human Progress: Reducing Vulnerabilities y Building Resilience. Human Development Report 2014. New York: United Nations Development Programme. p. 162. ISBN 978-92-1-126368-8.
99. Maning, M. 2000. Food Security in Papua New Guinea.
100. Melba G. 2008. FAO Fisheries y Aquaculture Technical Paper. No. 519. Understying y applying risk analysis in aquaculture.
101. Meyer, F. P. 1970. Seasonal fluctuations in the incidence of disease on fish farms. Pages 21-29, in S.F Snieziko, ed. A symposium on disease of fishes y shellfishes. American Fisheries Society, Special Publication 5. Bethesda.

102. Michael, S. 2004. Stable Government, Investment Initiatives, y Economic Growth. Keynote address to the eighth Papua New Guinea Mining y Petroleum Conference.
103. Miyazaki, T., S. K. Kubota y T. Miyashita. 1984. A histopathological study of *Pseudomonas fluorescens* infection in tilapia. *Fish Pathol*, 19: 161–166.
104. Mohr P, Moody NJG, Williams L, Hoad J, Cummins D, Davies KR, Crane MStJ. 2015. Molecular confirmation of infectious spleen y kidney necrosis virus (ISKNV) in farmed y imported ornamental fish in Australia. *Dis Aquat Org* DOI 10.3354/dao02896.
105. Morgan, A.D. 2000. Aspects de la gestion des stocks géniteurs d'holothurides de sable (Echinoderme: Holothuridae). *Secrétariat général de la Communauté du Pacifique: La Beche-de-mer: Bulletin d'information*, 13:2-8.
106. Mosa, M. 2000. How does the department of agriculture y livestock address food security at the rural level?
107. Naylor, R.L.; Goldberg, R.J.; Primavera, J.H.; Kautsky, N; Beveridge, M.; Clay, J.; Folke, C.; Lubchenco, J.; Mooney, H. (2000-06-29). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*. 405 (6790): 1017–1024.
108. Ndong D, Chen YY, Lin YH, Vaseeharan B, Chen JC. 2007. The immune response of tilapia *Oreochromis mossambicus* y its susceptibility to *Streptococcus iniae* under stress in low y high temperatures. *Fish y Shellfish Immunology*. 22 (6): 686–94.
109. Network of Aquaculture Centres in Asia y the Pacific (NACA) – list of notifiable aquatic pathogens. NACA 2008.
110. NLA (National Library of Australia). 1963. Official opening, Sirinumu Dam, by the Hon. Sir Robert Menzies on 7th September 1963.
111. Nieto, T. P., A. E. Toranzo y J. L. Barja. 1984. Comparison between the bacterial floras associated with fingerling rainbow trout cultured in two hatcheries in the northwest of Spain. *Aquaculture*42: 193-206.
112. Nils K., Patrik R., Michael T. y Max T. 2000. Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. *Aquaculture*19: 145-161.
113. Noga E. J.1996. *Fish Disease: diagnosis y treatment*. Mosby-Year book, Inc, Naples, Tokyo, New York pp. 294.
114. Noga, E.J. 2000. *Fish disease: diagnosis y treatment*. Wiley-Blackwell. pp. 95–97. ISBN 978-0-8138-2558-8.
115. OIE. 2016. OIE. Código sanitario para los animales acuáticos.
116. OIE Manual for risk analysis applied to aquaculture (2013).
117. OIE-WAHIS. 2017. Sistema Mundial de Informacion Sanitaria, link: <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/el-sistema-mundial-de-informacion-sanitaria/sistema-mundial-de-informacion-sanitaria/>
118. Oportunidades para el desarrollo del sector de la Maricultura en el Pacífico. Estudios de caso en Fiji, PNG, Islas Salomón y Kiribati. SPC, 2011.
119. Ortega, C., uzquiz, J. Docyo, E. Planas, J. L. Alonso y M. C. Simon. 1995. Ecopathology in aquaculture: risk factors in infectious disease outbreak. *Vet. Res*; 26 (1) : 57-62.
120. Okpkowassili, G. C. y N. P. Okpkowassili. 1994. Virulence y drug resistance patterns of some bacterial associated with "brown patch": disease of tilapia. *J. Aquaculture* 9 (3): 223-233.
121. Öztürk, M. O. y Altunel, F. N. (2006.) Occurrence of Dactylogyrus infection linked to seasonal changes y host fish size on four Cyprinid fishes in Lake Manyas, Turkey. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 52 (4), pp. 407–415, 2006.
122. Papua New Guinea Gross Domestic Products - National Accounts 2007-2014. National Statistical Office, link: <http://nso.gov.pg/index.php/economics/gross-domestic-product>
123. Pacific Community Aquaculture Portal, SPC. Link: <http://www.spc.int/aquaculture/>
124. Pacific Community Aquaculture Portal, SPC. Link: <http://www.spc.int/aquaculture/>
125. Papua New Guinea - The World Fact-book. Central Intelligence Agency (CIA). 2014.

126. Papua New Guinea Gross Domestic Products - National Accounts 2007-2014. National Statistical Office, link: <http://nso.gov.pg/index.php/economics/gross-domestic-product>
127. Papua New Guinea Report. International Monetary Fund (IMF).2012.
128. Patricia Barbash (2004). NWFHS Laboratory Procedures Manual. Chapter 7. Second Edition. June 2004.
129. Peña-Mendoza, B. (2005). Reproductive biology of *Oreochromis Niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Emiliano Zapata dam, Morelos, Mexico. *Revista de Biología Tropical*. 53 (3/4): 515–522.
130. Pullin R.S.V., Bartley D.M. y Kolkolo U. 1996. Review of the project: Fisheries improvement by stocking at high altitude for inland development. FAO.
131. Pickell, D. y Müller, K. (2002). Between the tides: a fascinating journey among the Kamoro of New Guinea. p. 153. ISBN 0-7946-0072-7.
132. Phillips M, Henriksson PJG, Tran N, Chan CY, Mohan CV, Rodriguez U-P, Suri S, Hall S y Koeshendrajana S. 2015. Exploring Indonesian aquaculture futures. Penang, Malaysia: WorldFish. Program Report: 2015-39.
133. Post, G. W. 1989. Text book of fish health J. F. H publication, Inc Ltd. 211 West Sylvania Avenue Neptune city NJ 00753.
134. Pullin, R. S. V. 1997. World tilapia culture y its future prospects. The third international Symposium on tilapia in aquaculture, Pullin, Lazard. 41, pp.1-16.
135. Prescott, DM (1994). The DNA of ciliated protozoa. *Microbiological reviews*. 58 (2): 233–67. PMC 372963Freely accessible. PMID 8078435.
136. Raising the profile of PNG in Australia. Australian Department of Foreign Affairs y Trade (ADFAT). 2012.
137. Rauwal, W. 2000. The role of agriculture in Papua New Guinea.
138. Real, L. A. 1996. Sustainability y ecology of infectious diseases. *Bioscience* 46, 88-95.
139. Revisión de la acuicultura en las islas del Pacífico 1998-2007. Evaluación de una década de progresos a través de estadísticas estimadas y oficiales. SPC, 2007.
140. Review of the status of least-developed countries. Overcoming economic vulnerability y creating employment. Committee for Development Policy. 20–24 March 2006. p. 29.
141. Riche, M. 2013. Stocking Density Effects on Production Characteristics y Body Composition of Market Size Cobia, *Rachycentron canadum*, Reared in Recirculating Aquaculture Systems Article. *Journal of the World Aquaculture Society* 44(2):259-266. April 2013.
142. Roberts, R. J. y C. Sommerville. 1982. Diseases of tilapias. In: Pullin R.S.V. & Lowe-McConnel R.H. (eds.) *The Biology y Culture of Tilapia*. ICLARM conference proceeding, Manila, Philippines. pp. 247–263.
143. Rodgers, S.K, y E.F. Cox, 1999. Rate of spread of introduced rhodophytes *Kappaphycus alvarezii*, *Kappaphycus striatum*, y *Gracilaria salicornia* y their current distributions in Kane ‘ohe Bay, O‘ahu, Hawai‘i. *Pacific Science* 53: 232-241.
144. Rohde, K. 2005. *Marine Parasitology* Csiro Publishing. ISBN 9780643099272.
145. Russell, D.J. 1983. Ecology of the imported red seaweed *Eucheuma striatum* Schmitz on Coconut Isly, O‘ahu, Hawai‘i. *Pacific Science* 37: 87-107.
146. Sagom P.H.W. 1995. Terminal report for the period 1984–1994 on the Highlys Aquaculture Development Centre (HAQDEC), Aiyura. HAQDEC Information Paper, April 1995.
147. Sakai, M., M. K. Soliman, T. Yoshida y M. Kobayashi. 1993. Identification of pathogenic fish bacteria using APIZYM system. *Cy. J. Fish Sci.* 50: 1137-1141.
148. Salak, K. 2004. *Four Corners: A Journey into the Heart of Papua New Guinea*. National Geographic Society. ISBN 0-7922-7417-2. 2004.
149. Santos, Y. Sabel, Alicia, E., Toranzo, Juan. L. Barja; Teresa, P. Niiets y Tomas G. Villa 1988. Virulence properties y exotoxins production of *Aeromonas* strains isolated from fish. *Infection immunity* (12): 3285-3293.

150. Smith P.T. y Kia, K. 2000. Inly fisheries research project in Papua New Guinea. Stage 1: Field trip to highly provinces y Port Moresby, UWS/ACIAR.
151. Shoemaker CA, Evans JJ, Klesius PH. 2000. Density y dose: factors affecting mortality of *Streptococcus iniae* infected tilapia (*Oreochromis Niloticus*). *Aquaculture*. 188 (3-4): 229-35.
152. Shotts, E. B. y R. B. Rimler. 1973. Medium for isolation of *Aeromonas hydrophila*. *Applied Microbiology*. 26(2): 550-553.
153. Soliman, M. K. 1988. The pathogenesis of *Aeromonas hydrophila* isolates in fish with special emphasis on their control PH.D. Thesis, Dept. of Poultry y Aquatic Animal Medicine. Fac. of Vet. Med. Alexyria Univ.
154. SOPAC. 2007. Integrated Water Resources Management programme is Diagnostic Reports.
155. SPC website, link: <http://www.spc.int/>
156. SPC aquaculture portal, 2017, link: <https://www.spc.int/aquaculture/>
157. SPC Geoclip Statistics section (2017), link: http://pacific.pogpis.spc.int/#v=map1;i=nmdi_mdg.mdg_1_9;l=en
158. SPC Heads of Fisheries, 2016.
159. Sritunyaluksana K, Srisala J, McColl K, Nielsen L, Flegel TW. 2006. Comparison of PCR methods for white spot syndrome virus (WSSV) infections in penaeid shrimp. *Aquaculture* 255: 95-104.
160. Streptococcal Infections of Fish, Roy P. E. Yanong y Ruth Francis-Floyd, 2010. University of Florida, IFAS Extension.
161. Tang TFK, Navarro SA, Lightner DV. 2007. PCR assay for discriminating between infectious hypodermal y haematopoietic necrosis virus (IHNV) y virus-related sequences in the genome of *Penaeus monodon*. *Dis Aquat Org* 74: 165-170.
162. The State of World Fisheries y Aquaculture. 2016. Link: <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>
163. Thornton, J. C., R. A. Garduno. y W. W. Kay. 1994. The development of live vaccines for frunculosis lacking the A-layer y O- antigen of *Aeromonas salmonicida*. *J. Fish Diseases* 17, 195-204.
164. Toguyeni, A. 1997. Feeding behaviour y food utilisation in tilapia, *Oreochromis Niloticus*: Effect of sex ratio y relationship with the endocrine status. *Physiology & Behavior*. 62 (2): 273-279.
165. UNDP, perfiles de paises Papua Nueva Guinea, 2016.
166. UNEP (United Nations Environment Programme) & FAO. 2002. Atlas of international freshwater agreements.
167. UNICEF 2011, At a glance: Papua New Guinea, Statistics, viewed 31 May 2011; http://www.unicef.org/infobycountry/papuang_statistics.html
168. Vahau, A. 2007. University of Papua New Guinea. Upng.ac.pg.
169. Viola, Z. H. 1995. Further studies on motile aeromonads in freshwater fish PH.D. Thesis, Dept. of Med. y Aquatic medicine. Alexyria Univ. Fac. of Vet. Med.
170. Wani J. 1998. Highly Aquaculture Development Centre Aiyura fisheries: Annual Report 1997.
171. Water Aid. 2006. Papua New Guinea.
172. World Bank. 2012. Evaluation of new fishery performance indicators (FPIs). A case study of the blue swimming crab fisheries in Indonesia y the Philippines.
173. Woo, M.M.L., 2000. Ecological impacts interactions of the introduced red alga, *Kappaphycus striatum*, in Kane'ohe Bay, O'ahu, Masters Thesis, University of Hawai'i at Manoa, Honolulu, Hawai'i.
174. World Bank, 2015. Informe sobre Desarrollo Humano.
175. Xu, DH. (2014-02-01). "Preventing Ich". *Tropical Fish Magazine*. Retrieved 2014-04-07.
176. Zaila KE, Cho D, Chang WJ. 2016. Interactions between parasitic ciliates y their hosts: *Ichthyophthirius multifiliis* y *cryptocaryon irritans* as examples. In: Witzany, G, Nowacki, M. (eds). *Biocommunication of Ciliates*, Springer, pp. 327-350.

177. Zwieten P.V. 1990. Biomass, density y size of fish of the lower order streams in the Sepik–Ramu catchment raw data: A report prepared for the Sepik River Fish Sock Enhancement Project (PNG/85/001).

ANEXOS

9. Anexos

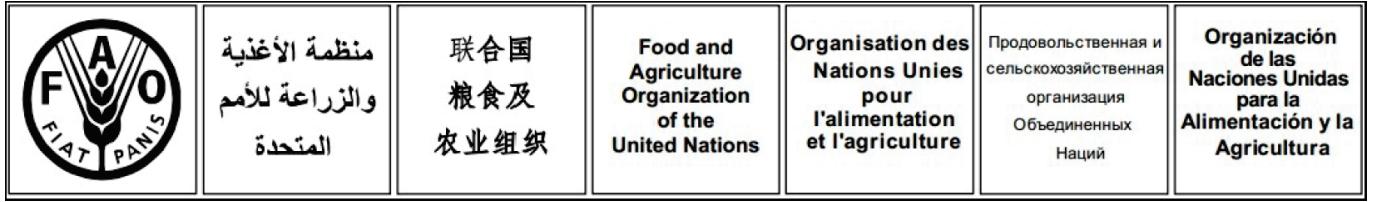
Anexo 1: Informe Nacional sobre el estado de los recursos acuáticos de uso en acuicultura

Anexo 2: Solicitud oficial de apoyo técnico al SPC y a la FAO

Anexo 3: Resultados de los análisis de enfermedades de declaración obligatoria a la OIE.

Anexo 4: Datos de la georreferenciación de las granjas muestreadas

ANEXO 1



**Questionnaire for the Preparation of
Country Reports for *the First State of
the World's Aquatic Genetic Resources
for Food and Agriculture***

COMMISSION ON
GENETIC RESOURCES
FOR FOOD AND
AGRICULTURE



INSTRUCTIONS FOR COMPLETING THE DYNAMIC GUIDELINES

How do I complete the dynamic guidelines?

1. You will require Adobe Reader to open the dynamic guidelines. Adobe Reader can be downloaded free of charge from: <http://get.adobe.com/uk/reader/otherversions/>. Use Adobe Reader Version 10 or higher.
2. Open the dynamic guidelines and save it (save as a pdf) on your hard drive.
3. Please rename it <name of your country>.pdf.
4. You may forward the dynamic guidelines to stakeholders you would like to involve or inform by e-mail. You may also print and/or save the dynamic guidelines.
5. It is advisable to prepare textual responses (including any formatting such as bullet points) first in a separate document and then to copy and paste them into the form. Please use font Arial 10. Acronyms and abbreviations should be avoided if possible. If included, they must be introduced (i.e. written out in full) the first time they are used. Note that the text boxes are expandable. Once text has been entered, the box will automatically enlarge to make its content fully visible when you click outside its border. To delete a row you have added, click on the "X" on the far right of the table
6. When you have finished completing the dynamic guidelines, click the "Submit form" button at the end of the form and send the completed dynamic guidelines to Devin.Bartely@fao.org; Matthias.Halwart@fao.org; and ruth.garciagomez@fao.org.
7. This should automatically attach the document to an email that you can then send. Otherwise, please attach the completed dynamic guidelines manually to an e-mail and send it to Devin.Bartely@fao.org; Matthias.Halwart@fao.org; and ruth.garciagomez@fao.org.
8. A letter confirming official endorsement by relevant authorities should also be attached to the email.
9. You will receive a confirmation that the submission was successful.

Where can I get further assistance?

If you have any questions regarding the dynamic guidelines, please contact Devin.Bartely@fao.org; Matthias.Halwart@fao.org; ruth.garciagomez@fao.org

Several websites provide useful information on aquatic species that can be consulted for proper species names and for information on aquatic genetic resources: [AlgaeBase](http://www.algaebase.org), [Aquamaps](http://www.aquamaps.org), [Barcode of Life](http://www.barcodeoflife.org), [Census of Marine Life](http://www.censusofmarinelife.org), [FishBase](http://www.fishbase.org), [Frozen Ark](http://www.frozenark.org), [GenBank](http://www.genbank.org), [Global Biodiversity Information Facility](http://www.globalbiodiversityinformationfacility.org), [International Union for Conservation of Nature](http://www.iucn.org), [National Institutes of Health Database on Genomes and Bioinformatics](http://www.nhl.gov), [Ornamental Fish International](http://www.sealifebase.org), [SealifeBase](http://www.sealifebase.org), [Sea Around Us](http://www.seaaroundus.org), and [World Register of Marine Species](http://www.marinespecies.org).

How, by whom and by when must the completed dynamic guidelines be submitted?

Once officially endorsed by the relevant authorities, the completed dynamic guidelines should be submitted (click the "Submit form" button on the header banner) by the National Focal Point. **Completed dynamic guidelines should be sent by December 31st 2015.**

www.algaebase.org
www.aquamaps.org
www.barcodeoflife.org
www.coml.org
www.fishbase.org
www.frozenark.org
www.genbank.org
www.gbif.org
www.iucn.org
<http://discover.nci.nih.gov/>
www.ornamental-fish-int.org
www.sealifebase.org
www.seaaroundus.org
www.marinespecies.org

I. INTRODUCTION

At its Thirteenth Regular Session, the Commission noted that the preparation of a country-driven *State of the World's Aquatic Genetic Resources for Food and Agriculture* would provide countries with opportunities for assessing the status of their aquatic genetic resources for food and agriculture and enhancing the contributions of aquatic genetic resources to food security and rural development. Additionally the process of producing Country Reports will assist countries in determining their needs and priorities for the conservation and sustainable use of aquatic genetic resources for food and agriculture, and will help raise awareness among policy-makers.

II. COUNTRY REPORTS

As with the other sectors, *The State of the World's Aquatic Genetic Resources for Food and Agriculture (SoWAqGR)* will be compiled from Country Reports. It is recognized that guidance is necessary in order to assist countries in completing those reports under a common framework. The Country Reports will become official government documents submitted to FAO.

The following questionnaire is the suggested format for the preparation and submission of Country Reports. The questionnaire has been prepared by FAO to assist in the preparation of Country Reports contributing to the SoWAqGR Report. It has been designed to assist countries to undertake a strategic assessment of their aquatic genetic resources for food and agriculture.

The scope of the first State of the World's Aquatic Genetic Resources for Food and Agriculture, and therefore the emphasis in the Country Reports, is farmed aquatic species and their wild relatives within national jurisdiction.

Country Reports should:

- become powerful tools for improving the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources for food and agriculture, at national and regional levels;
- identify threats to aquatic genetic resources, gaps in information about aquatic genetic resources and needs for the strengthening of national capacity to manage aquatic genetic resources effectively;
- inform the development of national policies, legislation, research and development, education, training and extension concerning the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources for food and agriculture;
- contribute to raising public awareness about the importance of aquatic genetic resources for food and agriculture;
- complement other national reporting activities on the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources.

Timeline and process

In line with the overall process, as established by the Commission, the Director-General of FAO sent a Circular State Letter on 19 April 2012 to countries requesting them to identify National Focal Points for the preparation of Country Reports by 31 December, 2015.

The following steps are recommended in preparing the Country Report, using a participatory approach:

- Each participating country should appoint a National Focal Point for the coordination of the preparation of the Country Report who will also act as focal point to FAO. National Focal Points should be communicated to the Secretary, Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture (cgrfa@fao.org) immediately.
- Countries are encouraged to establish a national committee to oversee the preparation of the Country Report. The national committee should consist of as many representative stakeholders as practical (representing government, industry, research and civil society).
- The national committee should meet frequently to review progress and consult widely with key stakeholders.

- The National Focal Point should coordinate the preparation of the first draft of the Country Report, which should be reviewed by the national committee. The National Focal Point should facilitate a consultative process for broader stakeholder review.
- Following the stakeholder review, the National Focal Point should coordinate the finalization of the Country Report, submit it to the government for official endorsement and transmit it to FAO in one of the Organization's official languages (Arabic, Chinese, English, French, Russian and Spanish) by 31 December 2015.
- The Country Report will be an official government report.
- If countries are unable to submit final Country Reports by the set deadline, preliminary reports of findings should be provided to FAO to contribute to the identification of global priorities for inclusion in the SoWAqGR Report.

QUESTIONNAIRE FOR PREPARATION OF COUNTRY REPORTS FOR THE STATE OF THE WORLD'S AQUATIC GENETIC RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE

Country report supporting the preparation of
The State of the World's Aquatic Genetic Resources for Food and Agriculture

Country	Papua New Guinea
Prepared By	Jacob Wani
Date	Oct 21, 2015

TABLE OF CONTENTS

I.EXECUTIVE SUMMARY		1
II.INTRODUCTION	Page	1
III.MAIN BODY OF THE COUNTRY REPORT		1
Chapter 1. The Use and Exchange of Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and their Wild Relatives within National Jurisdiction		1
Chapter 2. Drivers and Trends in Aquaculture: Consequences for Aquatic Genetic Resources within National Jurisdiction		10
Chapter 3. <i>In Situ</i> Conservation of Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and their wild Relatives within National Jurisdiction		16
Chapter 4. <i>Ex Situ</i> Conservation of Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and their Wild Relatives within National Jurisdiction		19
Chapter 5. Stakeholders with Interests in Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and their Wild Relatives within National Jurisdiction		22
Chapter 6. National Policies and Legislation for Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and their Wild Relatives within National Jurisdiction		27
Chapter 7. Research, Education, Training and Extension on Aquatic Genetic Resources within National Jurisdiction: Coordination, Networking and Information		30
Chapter 8. International Collaboration on Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and Their Wild Relatives		35

I. EXECUTIVE SUMMARY

The Country Report should contain an executive summary of 2-3 pages highlighting the main findings of the analysis and providing an overview of key issues, constraints and existing capacity to address the issues and challenges. The executive summary should indicate trends and driving forces and present an overview of the proposed strategic directions for future actions aimed at the national, regional and global levels.

Please include the Executive Summary here.

II. INTRODUCTION

The main objective of the Introduction is to present an overview that will allow a person who is unfamiliar with the country to appreciate the context for the Country Report. The Introduction should present a broad overview and present background information from your country on farmed aquatic species, their wild relatives and culture based fisheries. Detailed information should be provided in the main body of the Country Report. Countries may wish to consider developing their Introductions after completing the main body of their Country Reports.

Please write the overview here

Fish pond culture was introduced to supplement protein deficient diet of the highland communities in PNG. Several experimental fish culture stations were established such as the Aiyura Agricultural Experimental Station, Bomana Quarantine Station, Dobel Fisheries Experimental Station and Kanudi Station.

Trout was initially introduced in 1949 and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) introduced in 1952 from Australia and New Zealand for release into streams and rivers where they became established. Rainbow trout was more adaptable to local +

III. MAIN BODY OF THE COUNTRY REPORT

Aquaculture, culture-based fisheries and capture fisheries, have differing importance among countries. The structure of chapters in each Country Report will reflect those differences. Countries which do not have a well-developed aquaculture sector but where wild relatives of farmed aquatic species are located, should report on these resources. Countries should decide how to prioritize the coverage of their Country Reports depending on their aquatic genetic resources.

Chapter 1: The Use and Exchange of Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and their Wild Relatives within National Jurisdiction

The main objective of Chapter 1 is to provide annotated inventories of aquatic genetic resources (AqGR) of farmed aquatic species and their wild relatives.

Farmed aquatic species

1. Over the last 10 years, has production been: *Please mark appropriate box.*

- Increasing
- Stable
- Decreasing
- Stopped
- Still in Research and Development
- Fluctuating
- Not known

2. What is the expected trend over the next 10 years? *Please mark appropriate box.*

- Increasing
- Stable
- Decreasing
- Stopped
- Still in Research and Development
- Fluctuating
- Not known

3. Is the identification and naming of farmed species, subspecies, hybrids, crossbreeds, strains, triploids, other distinct types accurate and up- to-date? *Please mark appropriate box.*

- Yes
- No
- Mostly Yes
- Mostly No

Please include any explanation or additional information here.

Only at the level of species, but not at the level of strains or varieties.
Regarding macroalgae cottonni, the NFA officers in charge have some knowledge regarding "varieties" that have been introduced from foreign countries in the past, but this is not "official" information

4. To what extent are genetic data for farmed aquatic organisms

a) Available? *Please mark appropriate box.*

- Not at all
- To a minor extent
- To some extent
- To a great extent

b) Used in management? *Please mark appropriate box.*

- Not at all
- To a minor extent
- To some extent
- To a great extent

Please add any explanation here.

5. To what extent are the aquatic organisms farmed in your country sourced as wild seed or from wild brood stock?

Please mark appropriate box.

- Not at all
 To a minor extent
 To some extent
 To a great extent

Please add any explanation here.

Wild seeds and broodstock is collected for aquaculture purposes in the case of the following species: milkfish, rocky lobster, mud crab and giant tiger prawn

6. What proportions (%) of breeding programmes and efforts for the genetic improvement of farmed aquatic species in your country are being managed by the public sector (government research, universities etc.), the private sector, and public-private partnerships?

• Percent managed by public sector. **Please Enter Percentage Here**

• Percent managed by private sector. **Please Enter Percentage Here**

• Percent managed by private /public partnership. **Please Enter Percentage Here**

Total

Please add any explanation here.

Breeding efforts are managed by the public sector in the case of freshwater species such as Nile tilapia, common carp and rainbow trout. On the other hand, the private sector is managing the selection of seedlings of cottonni (Macroalgae) and PPP have been established in the case of other species, for selective breeding programs design and implementation, such as barramundi.

7. To what extent do genetically improved aquatic organisms, including hybrids, crossbreeds, strains, triploids and other distinct types contribute to national aquaculture production in terms of volume ?

Please mark appropriate box.

- Not at all
 To a minor extent
 To some extent
 To a great extent

8. Please list most significant examples where genetic improvement contributed to increased production and indicate whether they were developed by public, private or public/private partnerships.

Add Row

Species	Type of genetic improvement <i>mark all that apply</i>	Developed By <i>mark all that apply</i>	
	<input type="checkbox"/> Traditional selective breeding	<input type="checkbox"/> Private Sector <input type="checkbox"/> Public Sector <input type="checkbox"/> Private/Public partnership	
	<input type="checkbox"/> Hybrids	<input type="checkbox"/> Private Sector <input type="checkbox"/> Public Sector <input type="checkbox"/> Private/Public partnership	
	<input type="checkbox"/> Triploids and other polyploids	<input type="checkbox"/> Private Sector <input type="checkbox"/> Public Sector <input type="checkbox"/> Private/Public partnership	X
	<input type="checkbox"/> Mono-sex production	<input type="checkbox"/> Private Sector <input type="checkbox"/> Public Sector <input type="checkbox"/> Private/Public partnership	
	<input type="checkbox"/> Other	<input type="checkbox"/> Private Sector <input type="checkbox"/> Public Sector <input type="checkbox"/> Private/Public partnership	

9. Please fill in table 1.1

Table 1.1 Aquatic genetic resources (AqGR) of farmed aquatic species in your country

Add Row		Farmed species	Genetic type	Availability of genetic data	Trends in production	Future trends in production	Genetic improvement	Future genetic improvement	Comments
		List species (scientific names), strains and varieties as scientific names (put in brackets the most widely used national common name or names) and indicate whether native or introduced	<p>Indicate all genetic types that apply to the species</p> <input type="checkbox"/> Wild Type <input checked="" type="checkbox"/> Selective bred type <input type="checkbox"/> Hybrids <input type="checkbox"/> Cross breeds <input checked="" type="checkbox"/> Strains <input type="checkbox"/> Varieties <input type="checkbox"/> Polyploids	Are genetic data available for farmed populations? If yes, give summary details in comments	Over the last 10 years, production has been (mark one)	Expected trend over the next 10 years is that production will (mark one)	Which genetic technologies are currently being used on the species (mark all that apply)	mark all that apply	For example important traits improved, how data are used in management or name of breed, source of information, etc.
		<input type="radio"/> Native <input checked="" type="radio"/> Introduced Oncorhynchus mykiss	<input type="checkbox"/> Wild Type <input checked="" type="checkbox"/> Selective bred type <input type="checkbox"/> Hybrids <input type="checkbox"/> Cross breeds <input checked="" type="checkbox"/> Strains <input type="checkbox"/> Varieties <input type="checkbox"/> Polyploids	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not Known	<input type="radio"/> Increasing <input checked="" type="radio"/> Stable <input type="radio"/> Fluctuating <input type="radio"/> Decreasing <input type="radio"/> Stopped <input type="radio"/> Not known	<input checked="" type="radio"/> Increasing <input type="radio"/> Stable <input type="radio"/> Fluctuating <input type="radio"/> Decreasing <input type="radio"/> Stopped <input type="radio"/> Not known	<input checked="" type="checkbox"/> Selective breeding <input type="checkbox"/> Hybridization <input type="checkbox"/> Polyploidy (chromosome set manipulation) <input checked="" type="checkbox"/> Monosex <input type="checkbox"/> Marker assisted selection <input type="checkbox"/> Other (specify in comment)	<input checked="" type="checkbox"/> Selective breeding <input type="checkbox"/> Hybridization <input type="checkbox"/> Polyploidy (chromosome set manipulation) <input checked="" type="checkbox"/> Monosex <input checked="" type="checkbox"/> Marker assisted selection <input type="checkbox"/> Other (specify in comment)	Traits improved: Growth, appearance, maturation age. At some farms tissue samples have been collected and DNA analyses have been used to reconstruct the pedigree. This information is used in the breeding

<input type="radio"/> Native <input type="radio"/> Introduced		<input type="checkbox"/> Wild Type <input type="checkbox"/> Selective bred type <input type="checkbox"/> Hybrids <input type="checkbox"/> Cross breeds <input type="checkbox"/> Strains <input type="checkbox"/> Varieties <input type="checkbox"/> Polyploids		<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not Known		<input type="radio"/> Increasing <input type="radio"/> Stable <input type="radio"/> Fluctuating <input type="radio"/> Decreasing <input type="radio"/> Stopped <input type="radio"/> Not known		<input type="radio"/> Increasing <input type="radio"/> Stable <input type="radio"/> Fluctuating <input type="radio"/> Decreasing <input type="radio"/> Stopped <input type="radio"/> Not known		<input type="checkbox"/> Selective breeding <input type="checkbox"/> Hybridization <input type="checkbox"/> Polyploidy (chromosome set manipulation) <input type="checkbox"/> Monosex <input type="checkbox"/> Marker assisted selection <input type="checkbox"/> Other (specify in comment)		<input type="checkbox"/> Selective breeding <input type="checkbox"/> Hybridization <input type="checkbox"/> Polyploidy (chromosome set manipulation) <input type="checkbox"/> Monosex <input type="checkbox"/> Marker assisted selection <input type="checkbox"/> Other (specify in comment)		<input type="checkbox"/> Selective breeding <input type="checkbox"/> Hybridization <input type="checkbox"/> Polyploidy (chromosome set manipulation) <input type="checkbox"/> Monosex <input type="checkbox"/> Marker assisted selection <input type="checkbox"/> Other (specify in comment)		<input checked="" type="checkbox"/> X	
--	--	--	--	--	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---------------------------------------	--

10. Which aquatic species in your country are thought to have potential for domestication and future use in aquaculture?

Add Row

Species <i>Type and select a species</i>	Is the species native to your country?	Comments <i>For example main sources of information</i>	
	<input checked="" type="radio"/> Yes		
	<input type="radio"/> No		
	<input type="radio"/> Not Known		<p>X</p>

11. Please list the aquatic genetic resources of farmed aquatic species your country has transferred or exchanged with other countries over the past 10 years.

Add Row						
Species	Genetic alteration of exchanged material Mark all that apply	Details of transfer or exchange	Type of genetic material exchanged Mark all that apply	Country or countries involved with exchange Hold CTRL button to select more than one country	Comments <i>Please add main purpose or objective of the exchange and main sources of information</i>	
Oncorhynchus mykiss	<input type="checkbox"/> No deliberate genetic alteration <input checked="" type="checkbox"/> Traditional selective breeding <input type="checkbox"/> Hybrids <input type="checkbox"/> Triploids and other polyploids <input checked="" type="checkbox"/> Mono-sex production <input type="checkbox"/> Other	<input checked="" type="checkbox"/> Import <input checked="" type="checkbox"/> Export	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Genes <input type="checkbox"/> Gametes <input type="checkbox"/> Tissues <input type="checkbox"/> Embryos <input checked="" type="checkbox"/> Living specimens <input type="checkbox"/> Other	Afghanistan Albania Algeria Andorra Angola Antigua and Barbuda Argentina Armenia Australia Austria Azerbaijan Bahamas Bahrain Bangladesh Barbados Belarus Belgium	Introduction of new strain for breeding from Sweden to Denmark (Source: AquaSearch)	X
Salvelinus spp	<input type="checkbox"/> No deliberate genetic alteration <input checked="" type="checkbox"/> Traditional selective breeding <input type="checkbox"/> Hybrids <input type="checkbox"/> Triploids and other polyploids <input type="checkbox"/> Mono-sex production <input type="checkbox"/> Other	<input checked="" type="checkbox"/> Import <input checked="" type="checkbox"/> Export	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Genes <input type="checkbox"/> Gametes <input type="checkbox"/> Tissues <input type="checkbox"/> Embryos <input checked="" type="checkbox"/> Living specimens <input type="checkbox"/> Other	Afghanistan Albania Algeria Andorra Angola Antigua and Barbuda Argentina Armenia Australia Austria Azerbaijan Bahamas Bahrain Bangladesh Barbados Belarus Belgium	Introduction of two new species for cross breeding (Source: AquaSearch)	X

Wild relatives of farmed aquatic species

12. Please list any wild relatives of aquatic species present in your country that are farmed in another country (but not in your country) and indicate their uses.

This question refers to aquatic genetic resources that are present in the wild in your country and that are being farmed elsewhere (but not farmed in your country), indicating any uses these resources may have in your country.

Add Row

Species	Use <i>(mark all that apply)</i>	Comments	
	<input type="checkbox"/> Capture fisheries <input type="checkbox"/> Recreational fishery <input type="checkbox"/> Aquaria <input type="checkbox"/> Biological control <input type="checkbox"/> Research and development <input type="checkbox"/> Other (specify in comments)		X

13. Please list the aquatic genetic resources of wild relatives of farmed aquatic species your country has transferred or exchanged with other countries over the past 10 years.

Add Row

This question refers to wild aquatic genetic resources collected from the wild, not from farming facilities as in question 11.

Species	Details of transfer or exchange <i>mark all that apply</i>	Type of genetic material exchanged	Country Hold CTRL button to select more than one country	Comments <i>main sources of information, if the transfer was legal or not</i>
	<input type="checkbox"/> Import <input type="checkbox"/> Export	<input type="checkbox"/> Tissues <input type="checkbox"/> Gametes <input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Genes <input type="checkbox"/> Embryos <input type="checkbox"/> Living specimens <input type="checkbox"/> Other	Afghanistan Albania Algeria Andorra Angola Antigua and Barbuda Argentina Armenia Australia Austria Azerbaijan Bahamas Bahrain Bangladesh Barbados Belarus	<div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">X</div>

14. Please fill in table 1.2

Table 1.2 Aquatic genetic resources of wild relatives of farmed aquatic species in your country.

Add Row	Target species, stocks or other management units	Characteristics of species	Capture fisheries	Management measures	Availability of genetic data	Use of genetic data in management	Trends in catches	Future trends in catches	Ecosystem(s) where the fishery is located	Changes in ranges and habitats	Reasons for change in abundance of species
	For each row, list the species as scientific names (put in brackets the most widely used national common For each species, include the named stocks and name of other management units if known)	Is the species (mark as appropriate): <input type="checkbox"/> Straddling <input type="checkbox"/> Transboundary <input type="checkbox"/> Introduced <input type="checkbox"/> Native	Is this species targeted by capture fisheries? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not Known	Are there any management measures in place? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not Known	Are genetic data available for the fishery? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not Known	Are genetic data used in management? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not Known	Over the last 10 years, catches have been: <input type="radio"/> Increasing <input type="radio"/> Stable <input type="radio"/> Fluctuating <input type="radio"/> Decreasing <input type="radio"/> Depleted <input type="radio"/> Not known	Expected trend over the next 10 years. <input type="radio"/> Increasing <input type="radio"/> Stable <input type="radio"/> Fluctuating <input type="radio"/> Decreasing <input type="radio"/> Depleted <input type="radio"/> Not known	Indicate the ecosystem where the fishery is located (mark all that apply) <input type="checkbox"/> Intertidal <input type="checkbox"/> Coastal in EEZ <input type="checkbox"/> High seas <input type="checkbox"/> Lake <input type="checkbox"/> Reservoir <input type="checkbox"/> River <input type="checkbox"/> Swamp <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	The habitat or range is <input type="radio"/> Increasing <input type="radio"/> Stable <input type="radio"/> Decreasing <input type="radio"/> Not known	What are likely reasons for changes? (mark all that apply) <input type="checkbox"/> Habitat <input type="checkbox"/> Climate <input type="checkbox"/> Invasive species <input type="checkbox"/> Pollution <input type="checkbox"/> Rehabilitation of habitat <input type="checkbox"/> Others <input type="checkbox"/> Not known
											X

Driver impacting aquaculture	Effect on AqGR <i>Mark appropriate box</i>	Comments <i>List examples or other relevant information</i>
Driver impacting aquaculture	Effect on AqGR <i>Mark appropriate box</i>	Comments <i>List examples or other relevant information</i>
Driver impacting aquaculture	Effect on AqGR <i>Mark appropriate box</i>	Comments <i>List examples or other relevant information</i>
Human population increase	<input type="radio"/> Strongly positive <input checked="" type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Increased wealth and demand for fish	<input type="radio"/> Strongly positive <input checked="" type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Governance (ability of government, industry and the public to work together in managing resources)	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input checked="" type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Climate change	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input checked="" type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Competition for resources, especially freshwater	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input checked="" type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	

Driver impacting aquaculture	Effect on AqGR <i>Mark appropriate box</i>	Comments <i>List examples or other relevant information</i>
Changes in values and ethics of consumers	<input type="radio"/> Strongly positive <input checked="" type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Other	<input type="radio"/> Strongly positive <input checked="" type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Add other drivers as necessary		
Production technique improvements	<input type="radio"/> Strongly positive <input checked="" type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Add Row	Remove Row	

Driver impacting aquaculture	Effect on AqGR <i>Mark appropriate box</i>	Comments <i>List examples or other relevant information</i>
Driver impacting aquaculture	Effect on AqGR <i>Mark appropriate box</i>	Comments <i>List examples or other relevant information</i>
Human population increase	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input checked="" type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Increased wealth and demand for fish	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input checked="" type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Governance (ability of government, industry and the public to work together in managing resources)	<input type="radio"/> Strongly positive <input checked="" type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Climate change	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input checked="" type="radio"/> Unknown	
Competition for resources, especially freshwater	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input checked="" type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Changes in values and ethics of consumers	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input checked="" type="radio"/> Unknown	

Driver impacting aquaculture	Effect on AqGR <i>Mark appropriate box</i>	Comments <i>List examples or other relevant information</i>
Other	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Add other drivers as necessary		
Add Row			Remove Row

17. What countermeasures might be taken to reduce adverse impacts on the aquatic genetic resources that sustain current aquaculture and/or provide for its future development?

Describe countermeasures

Strict biosecurity measurements and legislations.

Biotechnologies

18. To what extent have the following biotechnologies been used in your country for the genetic improvement of farmed aquatic organisms.

Biotechnology	Extent of use	Comments <i>main sources of information, important species for which the biotechnology is applied</i>
Selective breeding	<input type="radio"/> Not at all <input type="radio"/> To a minor extent <input checked="" type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> To a great extent	Rainbow trout, <i>Salvelinus</i> spp (AquaSearch)
Hybridization	<input checked="" type="radio"/> Not at all <input type="radio"/> To a minor extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> To a great extent	
Polyploidy (chromosome set manipulation)	<input checked="" type="radio"/> Not at all <input type="radio"/> To a minor extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> To a great extent	
Monosex production	<input type="radio"/> Not at all <input type="radio"/> To a minor extent <input type="radio"/> To some extent <input checked="" type="radio"/> To a great extent	Rainbow trout, <i>salvelinus</i> spp (AquaSearch)
Marker assisted selection	<input checked="" type="radio"/> Not at all <input type="radio"/> To a minor extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> To a great extent	
Gynogenesis/androgenesis	<input checked="" type="radio"/> Not at all <input type="radio"/> To a minor extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> To a great extent	
Other Continue adding row as necessary	<input type="radio"/> Not at all <input type="radio"/> To a minor extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> To a great extent	
Add Row	Remove Row	

Drivers that are changing aquatic ecosystems	Effect on AqGR <i>mark appropriate box</i>	Countermeasures and effects
Drivers that are changing aquatic ecosystems	Effect on AqGR <i>mark appropriate box</i>	Countermeasures and effects
Habitat loss and degradation	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input checked="" type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	Adequate balanced environmental management/regulation with a holistic approach to sustain the ecosystem as well as a sustainable aquaculture production.
Pollution of waters	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input checked="" type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	Adequate balanced environmental management/regulation with a holistic approach to sustain the ecosystem as well as a sustainable aquaculture production.
Increased frequency of extreme climatic events and long-term climate change	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input checked="" type="radio"/> Unknown	
Establishment of invasive species	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input checked="" type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	May be related to climate changes.
Introductions of parasites and pathogens	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input checked="" type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	Adequate measures should be implemented at national and international level
Impacts of purposeful stocking and escapes from aquaculture	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input checked="" type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	Escapes from aquaculture should be prevented

Drivers that are changing aquatic ecosystems	Effect on AqGR <i>mark appropriate box</i>	Countermeasures and effects
Capture fisheries	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input checked="" type="radio"/> Unknown	Depends on fishing pressure.
Other	<input type="radio"/> Strongly positive	
Continue listing other drivers	<input type="radio"/> Positive	
	<input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect <input type="radio"/> Unknown	
Add Row	Remove Row	

Chapter 3: *In Situ* Conservation of Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and their wild Relatives within National Jurisdiction

The main objective of Chapter 3 is to review the current status and future prospects for the *in situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives within national jurisdiction for food and agriculture.

The specific objectives are as follows:

- To review the current and likely future contributions to *in situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives by those who use them in responsible and well managed capture fisheries, aquaculture, and culture-based fisheries.
- To identify and describe any existing and planned aquatic protected areas that are contributing, or will contribute, to *in situ* conservation of aquatic genetic resources of wild relatives of farmed aquatic species.
- To identify and describe any major existing and planned efforts for the *in situ* conservation of threatened or endangered aquatic genetic resources (farmed and wild).
- To review needs and priorities for the future development of *in situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives.

Overview of the current status and future prospects for the *in situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives

20. To what extent are responsible and well managed aquaculture and culture-based fisheries contributing to *in situ* conservation of the aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives.

Please mark appropriate box.

- To a great extent
 To a limited extent
 Not at all
 Not applicable

Please include any additional information

--

21. To what extent are existing facilities contributing to *in situ* conservation of aquatic genetic resources of wild relatives of farmed aquatic species?

Please mark appropriate box.

- To a great extent
 To a limited extent
 Not at all
 Not applicable

Please include any additional information

22. Please provide *examples* of current or planned activities for the *in situ* conservation of endangered or threatened farmed species and their wild relatives with demonstrated or potential importance for aquaculture, culture-based fisheries, and capture fisheries.

Please describe examples

Eel is a very relevant example of a threatened farmed species where strong efforts have been performed for years for conservation and building up the wild stock of eels, cf. the website of the Sustainable Eel Group and the implemented standard/action plan to achieve the goal of conservation/building up of the european eelstocks: <http://www.sustainableeelgroup.org/core-team/>

23. Please rank (from 1 to 10) the importance of the following objectives for *in situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives in your country.

Objectives of <i>in situ</i> conservation	Rank 1=Very Important 10=No importance
Preservation of aquatic genetic diversity	<input type="text" value="1"/>
Maintain good strains for aquaculture production	<input type="text" value="1"/>
Meet consumer and market demands	<input type="text" value="5"/>
To help adapt to impacts of climate change	<input type="text" value="1"/>
Future breed improvement in aquaculture	<input type="text" value="1"/>
<i>Please continue listing any other objectives as needed</i>	<input type="text"/>
<input type="button" value="Add Row"/> <input type="button" value="Remove Row"/>	

Review of the *in situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives through their use in responsible and well managed aquaculture and culture-based fisheries

24. Is the *in situ* conservation of aquatic genetic resources included in the policy as an objective in the management of aquaculture and/or culture-based fisheries in your country?

Please mark appropriate box

- Yes
 Not yet, but planned to be included
 No
 Unknown

If yes, please give examples

25. To what extent are collectors of wild seed and brood stock for aquaculture and culture-based fisheries contributing to the conservation of aquatic genetic resources by maintaining habitats and/or limiting the quantities collected?

Please mark appropriate box

- To a great extent
 To a limited extent
 Not at all
 Not applicable

Please include any additional details

Review of the *in situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives through their use in responsible and well managed capture fisheries

26. Is the conservation of aquatic genetic resources of wild relatives of farmed aquatic species included as an objective in the management of any capture fisheries in your country?

Please mark appropriate box

- Yes
 Not yet, but under development
 No
 Unknown

If yes, please give examples

Review of the *in situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives through the establishment and management of aquatic protected areas

27. Please list any aquatic protected areas in your country that are contributing to the *in situ* conservation of aquatic genetic resources of wild relatives of farmed aquatic species and an assessment of effectiveness

Add Row

Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	

Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Marine Natura 2000 sites	<input checked="" type="radio"/> Very effective <input type="radio"/> Somewhat effective <input type="radio"/> Not effective <input type="radio"/> Unknown	The Danish marine Natura 2000 network comprises of 97 sites.	X
No take zones	<input checked="" type="radio"/> Very effective <input type="radio"/> Somewhat effective <input type="radio"/> Not effective <input type="radio"/> Unknown	There are no take zones at the mouth of rivers and streams in order to protect migrating fish.	X
Real Time Closures (RTC)	<input type="radio"/> Very effective <input checked="" type="radio"/> Somewhat effective <input type="radio"/> Not effective <input type="radio"/> Unknown	The European Union has established a system of real time closures in the Northe Sea and Skagerrak. The agreement came into force September 1 2009 and gives the possibility to close fishing grounds in the North sea and Skagerrak for the protection of juveniles and small fish of the species cod, saithe, whiting and haddock.	X

Aquatic protected area	Effectiveness of conserving Aquatic Genetic Resources	Comments <i>provide any additional information</i>	
Marine Strategy Framework	<input type="radio"/> Very effective <input checked="" type="radio"/> Somewhat effective <input type="radio"/> Not effective <input type="radio"/> Unknown	Denmark is designating 6 areas for the implementation of the Marine Strategy Framework Directive in the Kattegat. These areas will protect biodiversity in soft bottom areas over 20 meter depth.	X

Chapter 4: *Ex Situ* Conservation of Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and their Wild Relatives within National Jurisdiction

The main objective of Chapter 4 is to review the current status and future prospects for the *ex situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives.

The specific objectives are:

- To review existing *ex situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives in aquaculture facilities, culture collections and gene banks, research facilities, zoos and aquaria;
- To review the contributions that various stakeholders are making to the *ex situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives;
- To review needs and priorities for the future development of *ex situ* conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives, including any that are threatened or endangered.

Review of existing and planned collections of live breeding individuals of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives

28. Please list your country's existing collections of live breeding aquatic organisms that can be considered as contributing to the *ex situ* conservation of aquatic genetic resources. This includes not only collections of species farmed directly for human use, but also collections of live feed organisms (e.g., bacterial flocs, yeasts, microalgae, rotifers and brine shrimp (*Artemia*)).

Add Row				
Species (include information on subspecies or strain in comments if available)	Type of use <i>Please mark all that apply</i>	Is the species (or subspecies) threatened or endangered for example in the IUCN Red List, CITES Appendices or national lists? <i>Please mark appropriate box</i>	Comments <i>Please list any additional information</i>	
European eel	<input type="checkbox"/> Direct human consumption <input type="checkbox"/> Live feed organism <input checked="" type="checkbox"/> Other	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Unknown	Eel is a very relevant example of a threatened farmed species where strong efforts have been performed for years for conservation and building up the wild stock of eels, cf. the website of the Sustainable Eel Group and the implemented standard/action plan to achieve the goal of conservation/	X

Review of existing *ex situ* conservation activities of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives *in vitro*.

29. Please list your country's *in vitro* collections and gene banks of the gametes, embryos, tissues, spores and other quiescent forms of farmed aquatic species and their wild relatives, using cryopreservation or other methods of long-term storage. Describe the major examples, identifying the facilities in which the collections are held. Include examples of any such genetic material from your country that is being kept in *in vitro* collections outside your country on behalf of beneficiaries in your country.

Add Row

Species (include information on subspecies or strain if available in comments)	Users and managers <i>List all that apply</i>	Type of <i>ex-situ</i> conservation collection <i>in vitro</i> <i>mark all that apply</i>	Facilities where collection is located <i>mark all that apply</i>	Comments <i>list all breeds, subspecies of the species and any additional information</i>	
		<input type="checkbox"/> In vitro collection of gametes <input type="checkbox"/> In vitro collection of embryos <input type="checkbox"/> In vitro collection of tissues <input type="checkbox"/> Spores <input type="checkbox"/> Other	<input type="checkbox"/> Aquaculture facilities <input type="checkbox"/> Research facilities <input type="checkbox"/> Universities <input type="checkbox"/> Zoos and aquaria <input type="checkbox"/> Other	Not known	X

30. Please rank (from 1 – 10) the importance of the following objectives for ex situ conservation of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives in your country

Objectives of <i>ex situ</i> conservation	Rank 1=Very Important 10=No importance
Preservation of aquatic genetic diversity	<input type="text" value="1"/>
Maintain good strains for aquaculture production	<input type="text" value="2"/>
Meet consumer and market demands	<input type="text" value="4"/>
To help adapt to impacts of climate change	<input type="text" value="1"/>
Future breed improvement in aquaculture	<input type="text" value="3"/>
Other <i>Continue adding row as necessary</i>	<input type="text"/>
Add Row	
Remove Row	

Chapter 5: Stakeholders with Interests in Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and their Wild Relatives within National Jurisdiction

The main objective of Chapter 5 is to provide an overview of the perspectives and needs of the principal stakeholders who have interests in aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives for food and agriculture. Stakeholder groups can be identified from existing institutional knowledge, from sectoral and sub-sectoral consultations conducted during the country reporting process and where necessary from expert opinions. Gender issues pertaining to the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives should be considered, as well as the perspectives and needs of indigenous peoples and local communities.

The specific objectives are:

- To describe the different principal stakeholder groups with interests in aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives To identify the type(s) of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives in which each stakeholder group has interests and why.
- To describe the roles of stakeholder groups and the actions they are taking for the conservation, sustainable use and development of the aquatic genetic resources in which they have interests.
- To describe the further actions that stakeholder groups would like to see taken for the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources in which they have interests, and the constraints that are hindering those actions, including lack of capacity and perceived threats.

Overview of the principal stakeholder groups who have interests in aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives

31. Please indicate the principal stakeholder groups who have interests in aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives including, *inter alia*: fish farmers; fishers in capture fisheries; persons involved in stocking and harvesting in culture-based fisheries; persons employed in postharvest chains; government officials; staff and members of aquaculture associations; managers of aquatic protected areas and others working for the conservation of aquatic ecosystems; researchers; and civil society.

Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>

Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>

Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>

Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>

Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Fish Farmers	<input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input checked="" type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Feed manufacturing <input checked="" type="checkbox"/> Breeding <input checked="" type="checkbox"/> Research <input checked="" type="checkbox"/> Marketing <input checked="" type="checkbox"/> Processing <input checked="" type="checkbox"/> Advocacy <input type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	<input type="checkbox"/> DNA <input checked="" type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Fishers	<input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input checked="" type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Feed manufacturing <input type="checkbox"/> Breeding <input type="checkbox"/> Research <input checked="" type="checkbox"/> Marketing <input type="checkbox"/> Processing <input checked="" type="checkbox"/> Advocacy <input type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	<input type="checkbox"/> DNA <input checked="" type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	

Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Fish hatchery people	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input checked="" type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Feed manufacturing <input checked="" type="checkbox"/> Breeding <input checked="" type="checkbox"/> Research </div> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Marketing <input type="checkbox"/> Processing <input checked="" type="checkbox"/> Advocacy <input checked="" type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> </div> </div>	<input type="checkbox"/> DNA <input checked="" type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
People involved in marketing	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <input type="checkbox"/> Conservation <input type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Feed manufacturing <input type="checkbox"/> Breeding <input type="checkbox"/> Research </div> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Marketing <input type="checkbox"/> Processing <input checked="" type="checkbox"/> Advocacy <input type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> </div> </div>	<input type="checkbox"/> DNA <input checked="" type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Government resource managers	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input checked="" type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Feed manufacturing <input type="checkbox"/> Breeding <input checked="" type="checkbox"/> Research </div> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Marketing <input type="checkbox"/> Processing <input checked="" type="checkbox"/> Advocacy <input checked="" type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> </div> </div>	<input type="checkbox"/> DNA <input checked="" type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	

Stakeholders	Role of stakeholder in regards og AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Fishing or aquaculture associations	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input checked="" type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Feed manufacturing <input type="checkbox"/> Breeding <input checked="" type="checkbox"/> Research </div> <div style="width: 45%;"> <input type="checkbox"/> Marketing <input type="checkbox"/> Processing <input checked="" type="checkbox"/> Advocacy <input checked="" type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Aquatic protected area managers	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Feed manufacturing <input type="checkbox"/> Breeding <input type="checkbox"/> Research </div> <div style="width: 45%;"> <input type="checkbox"/> Marketing <input type="checkbox"/> Processing <input checked="" type="checkbox"/> Advocacy <input type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<input type="checkbox"/> DNA <input checked="" type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Policy Makers	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input checked="" type="checkbox"/> Production <input checked="" type="checkbox"/> Feed manufacturing <input checked="" type="checkbox"/> Breeding <input checked="" type="checkbox"/> Research </div> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Marketing <input checked="" type="checkbox"/> Processing <input checked="" type="checkbox"/> Advocacy <input checked="" type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	

Stakeholders	Role of stakeholder in regards to AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Non-Governmental Organizations	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input checked="" type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Feed manufacturing <input type="checkbox"/> Breeding <input type="checkbox"/> Research </div> <div style="width: 45%;"> <input type="checkbox"/> Marketing <input type="checkbox"/> Processing <input type="checkbox"/> Advocacy <input type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<input type="checkbox"/> DNA <input checked="" type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Intergovernmental Organizations	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input checked="" type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Feed manufacturing <input type="checkbox"/> Breeding <input checked="" type="checkbox"/> Research </div> <div style="width: 45%;"> <input type="checkbox"/> Marketing <input type="checkbox"/> Processing <input type="checkbox"/> Advocacy <input type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Donors	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Feed manufacturing <input type="checkbox"/> Breeding <input type="checkbox"/> Research </div> <div style="width: 45%;"> <input type="checkbox"/> Marketing <input type="checkbox"/> Processing <input type="checkbox"/> Advocacy <input type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	

Stakeholders	Role of stakeholder in regards to AqGR <i>mark all that apply</i>	Genetic resource of main interest <i>mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any information or explanation of stakeholders' role</i>
Consumers	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input checked="" type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Feed manufacturing <input type="checkbox"/> Breeding <input type="checkbox"/> Research </div> <div style="width: 45%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Marketing <input type="checkbox"/> Processing <input checked="" type="checkbox"/> Advocacy <input type="checkbox"/> Outreach/Extension <input type="checkbox"/> Other (specify) <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> </div> </div>	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input checked="" type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	

a) Please indicate the most important role of women in regards to AqGR

b) Please indicate the most important role of indigenous and local communities in regards to AqGR

Chapter 6: National Policies and Legislation for Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and their Wild Relatives within National Jurisdiction

The main objective of Chapter 6 is to review the status and adequacy of national policies and legislation concerning aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives including access and benefit sharing.

The specific objectives are as follows:

- To describe the existing national policy and legal framework for the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives.
- To review current national policies and instruments for access to aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives and the fair and equitable sharing of benefits arising from their utilization.
- To identify any significant gaps in policies and legislation concerning aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives..

Review of national policies and legislation for Aquatic Genetic Resources of farmed aquatic species and their wild relatives within national jurisdiction

32. Please list national legislation, policies and/or mechanisms that address aquatic genetic resources of farmed species and their wild relatives (see question 47 regarding international agreements).

Add Row

National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	
National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	
National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	
National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	
National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	
National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	
National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	
National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	

National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	
National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	
National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	
National legislation, policy and/or mechanism	Date established	Scope <i>Select all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information for example whether it has been effective or not; and main sources of information</i>	
Bekendtgørelse nr. 17 af 4. januar 2017 af lov om fiskeri og fiskeopdræt	4. januar 2017	<input type="checkbox"/> Genes or molecules only <input checked="" type="checkbox"/> Aquaculture <input checked="" type="checkbox"/> Capture fisheries <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input type="checkbox"/> Intellectual property protection <input type="checkbox"/> Importation <input type="checkbox"/> Trade and commerce <input type="checkbox"/> Access and benefit sharing <input type="checkbox"/> Other		X
Bekendtgørelse af lov om naturbeskyttelse	26/01/2017	<input type="checkbox"/> Genes or molecules only <input checked="" type="checkbox"/> Aquaculture <input type="checkbox"/> Capture fisheries <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input type="checkbox"/> Intellectual property protection <input type="checkbox"/> Importation <input type="checkbox"/> Trade and commerce <input type="checkbox"/> Access and benefit sharing <input type="checkbox"/> Other		X
Bekendtgørelse af lov om havstrategi	26/01/2017	<input type="checkbox"/> Genes or molecules only <input type="checkbox"/> Aquaculture <input checked="" type="checkbox"/> Capture fisheries <input checked="" type="checkbox"/> Conservation <input type="checkbox"/> Intellectual property protection <input type="checkbox"/> Importation <input type="checkbox"/> Trade and commerce <input type="checkbox"/> Access and benefit sharing <input type="checkbox"/> Other		X

Review of the current status and gaps in national policies and legislation for the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives

33. Please list any gaps in the coverage or constraints in implementing national legislation, policies and/or mechanisms in regard to aquatic genetic resources.

--

34. Please indicate any national aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives for which your country restricts access.

Type of genetic resource (can be species name, DNA, gametes or other descriptor)	Comments
DNA	<p><i>Please, provide verifiable main sources of information, effectiveness of the restriction, description of type of restriction and for whom does the restriction apply</i></p>
Stock, breed or variety	
Species	
Other	
Continue adding row as necessary	
Add Row Remove Row	
<p>This question can better be answered by genetics at University of Aarhus (Foulum) and Aquasearch (http://aquasearch.dk/contact/)</p>	

35. Over the past 10 years, indicate the actions your country has taken to maintain or enhance access to aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives located outside your country; for example, by establishing germplasm acquisition agreements or material transfer agreements.

Add Row

Action taken to enhance access to aquatic genetic resources outside your country	Type of genetic resource <i>Mark all that apply</i>	Comment <i>for example other types of genetic resources</i>	
	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Genes <input type="checkbox"/> Gametes <input type="checkbox"/> Tissues <input type="checkbox"/> Embryos <input type="checkbox"/> Living specimens		X

Obstacles to accessing aquatic genetic resources	Please describe type of genetic resource <i>mark all that apply</i>	Comments <i>please include additional information as needed</i>
Intellectual property protection	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
National laws of your country	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
National laws of donor country	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
International laws or protocols	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Too expensive	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Material transfer agreements required	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Knowledge gaps	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Public perception	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Other	<input type="checkbox"/> DNA <input type="checkbox"/> Stock, breed or variety <input type="checkbox"/> Species <input type="checkbox"/> Other	
Continue adding row as necessary		
Add Row		

Chapter 7: Research, Education, Training and Extension on Aquatic Genetic Resources within National Jurisdiction: Coordination, Networking and Information

The main objective of Chapter 7 is to review the status and adequacy of national research, education, training and extension, coordination and networking arrangements and information systems that support the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives for food and agriculture.

The specific objectives are:

- To describe the current status, future plans, gaps, needs and priorities for research, training, extension and education on the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives
- To describe existing or planned national networks for the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives.
- To describe existing or planned information systems for the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives.

Research

37. Does your national research programme support the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives? If yes, give details of current and/or planned research; if no, explain the main reasons why not in box below.

Please mark appropriate box

- Yes
 No
 Unknown

Please provide details

--

38. Please list main institutions, organizations, corporations and other entities in your country that are engaged in field and/or laboratory research related to the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives.

Add Row

Main institutions, organizations, corporations and other entities	Area of research <i>Mark all that apply</i>	Comments <i>Please provide any additional information</i>	
<p>Aarhus Universitet, Foulum - dca@au.dk; ph. +45 8715 6000; http://dca.au.dk/om-dca/au-foulum/</p> <p>Technical University of Denmark, Section for Fresh Water Fisheries and Ecology; ak@aqua.dtu.dk; http://www.aqua.dtu.dk/english/About/Organisation/Scientific_sections#Section_for_Freshwater_Fisheries_Ecology</p> <p>Aquasearch (http://aquasearch.dk/contact/)</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Genetic resource management</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Basic knowledge on aquatic genetic resources</p> <p>Characterization and</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> monitoring of aquatic genetic resources</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Genetic improvement</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Economic valuation of aquatic genetic resources</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Conservation of aquatic genetic resources</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Communication on aquatic genetic resources</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Access and distribution of aquatic genetic resources</p> <p><input type="checkbox"/> Other</p>		X

39. What capacity strengthening is needed to improve national research in support of the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives?

Please rank the following in regard to capacity strengthening.

Capacities	Rank 1=Very Important 10=No importance
Improve basic knowledge on aquatic genetic resources	5 <input type="text"/>
Improve capacities for characterization and monitoring of aquatic genetic resources	5 <input type="text"/>
Improve capacities for genetic improvement	4 <input type="text"/>
Improve capacities for genetic resource management	9 <input type="text"/>
Improve capacities for economic valuation of aquatic genetic resources	9 <input type="text"/>
Improve capacities for conservation of aquatic genetic resources	8 <input type="text"/>
Improve communication on aquatic genetic resources	7 <input type="text"/>
Improve access to and distribution of aquatic genetic resources	8 <input type="text"/>
Add other rows as appropriate and rank <input type="text"/>	<input type="text"/>
Add Row	Remove Row

Please describe any other capacity building needs in regards to aquatic genetic resources

Education, training and extension

40. Please indicate the extent that education, training and extension in your country covers the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives? List the main institutions involved and the types of courses offered.

Add Row

Institution	Thematic Area	Type of courses mark all that apply	Comments	
Technical University of Denmark, Section for Fresh Water Fisheries and Ecology; ak@aqua.dtu.dk; http://www.aqua.dtu.dk/english/About/Organisation/Scientific_sections#Section_for_Freshwater_Fisheries_Ecology	Genetic resource management	<input checked="" type="checkbox"/> Undergraduate <input checked="" type="checkbox"/> Post-graduate <input checked="" type="checkbox"/> Training <input type="checkbox"/> Extension	FOR FULL INFORMATION, PLEASE CONSULT THE SPECIFIC SECTION	
	Characterization and monitoring of aquatic genetic resources	<input checked="" type="checkbox"/> Undergraduate <input checked="" type="checkbox"/> Post-graduate <input checked="" type="checkbox"/> Training <input type="checkbox"/> Extension	FOR FULL INFORMATION, PLEASE CONSULT THE SPECIFIC SECTION	
	Genetic improvement	<input type="checkbox"/> Undergraduate <input type="checkbox"/> Post-graduate <input checked="" type="checkbox"/> Training <input type="checkbox"/> Extension	FOR FULL INFORMATION, PLEASE CONSULT THE SPECIFIC SECTION	X
	Economic valuation of aquatic genetic resources	<input type="checkbox"/> Undergraduate <input type="checkbox"/> Post-graduate <input type="checkbox"/> Training <input type="checkbox"/> Extension	FOR FULL INFORMATION, PLEASE CONSULT THE SPECIFIC SECTION	
	Conservation of aquatic genetic resources	<input checked="" type="checkbox"/> Undergraduate <input checked="" type="checkbox"/> Post-graduate <input checked="" type="checkbox"/> Training <input type="checkbox"/> Extension	FOR FULL INFORMATION, PLEASE CONSULT THE SPECIFIC SECTION	

Coordination and networking

41. Please list any mechanisms within your country responsible for coordinating the aquaculture, culture-based fisheries and capture fisheries subsectors with the other sectors that use watersheds and coastal ecosystems and have impacts on aquatic genetic resources of wild relatives of farmed aquatic species (e.g., agriculture, forestry, mining, tourism, waste management and water resources).

If no mechanism exists check here:

Add Row		
Name of mechanism	Description of how mechanism operates	
Ministry of Environment and Food	There is close cooperation between the agencies (the Danish AgriFish Agency, The Environmental Protection Agency, The Nature Agency and the Food Agency) under the ministry, ensuring relevant coordination.	X

42. Please indicate how capacity strengthening can be improved in intersectoral coordination in support of the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources.

Please rank the following in regards to capacity strengthening.

Capacities	Rank 1=Very Important 10=No importance
Increase awareness in institutions	5
Increase technical capacities of institutions	8
Increase information sharing between institutions	9
Add other rows as appropriate and rank <div data-bbox="156 853 817 1019" style="border: 1px solid black; height: 74px; width: 414px;"></div> <div data-bbox="156 1019 485 1052" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Add Row</div> <div data-bbox="485 1019 817 1052" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Remove Row</div>	<div data-bbox="991 887 1251 940" style="border: 1px solid black; height: 24px; width: 163px; margin: 0 auto;"></div>

Please specify in box below

43. Please list any national networks in your country or any international networks your country belongs to that support the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources.

Add Row

Network	Objectives of the network <i>Please mark all that apply to your country</i>	Comments
	<input type="checkbox"/> Improve basic knowledge on aquatic genetic resources <input type="checkbox"/> Improve capacities for characterization and monitoring of aquatic genetic resources <input type="checkbox"/> Improve capacities for genetic improvement <input type="checkbox"/> Improve capacities for economic valuation of aquatic genetic resources <input type="checkbox"/> Improve capacities for conservation of aquatic genetic resources <input type="checkbox"/> Improve communication on aquatic genetic resources <input type="checkbox"/> Improve access to and distribution of aquatic genetic resources	

X

Information systems

44. Please list any information systems existing in your country for receiving, managing and communicating information about the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives.

Add Row

Name of information system	Type of information stored <i>mark all that apply</i>	Main stakeholders <i>mark all that apply</i>
<p>Aarhus Universitet, Foulum - dca@au.dk; ph. +45 8715 6000; http://dca.au.dk/om-dca/au-foulum/</p> <p>Technical University of Denmark, Section for Fresh Water Fisheries and Ecology; ak@aqua.dtu.dk; http://www.aqua.dtu.dk/english/About/Organisation/Scientific_sections#Section_for_Freshwater_Fisheries_Ecology</p> <p>Aquasearch (http://aquasearch.dk/contact)</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> DNA sequence</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Genes and genotype</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Breeds, strains or stocks</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Species names</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Production figures</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Distribution</p> <p><input type="checkbox"/> Level of endangerment</p> <p><input type="checkbox"/> Other</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Fish farmers</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Fishers in capture fisheries</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Fish hatchery people</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> People involved in marketing</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Government resource managers</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Fishing or aquaculture associations</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Aquatic protected area managers</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> University and academic people</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Non-Governmental Organizations</p> <p><input type="checkbox"/> Intergovernmental Organizations</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Policy makers</p> <p><input type="checkbox"/> Donors</p> <p><input type="checkbox"/> Consumers</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Politicians</p> <p>Please list other stakeholders as necessary</p> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; width: 100%;"></div>

45. What capacity strengthening is needed to improve national information systems to support the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources?

Please describe what capacities need to be strengthened

Please describe any other capacity building needs in regards to information systems for aquatic genetic resources

Chapter 8: International Collaboration on Aquatic Genetic Resources of Farmed Aquatic Species and Their Wild Relatives

The main objective of Chapter 8 is to review the mechanisms and instruments through which your country participates in international collaborations on aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives.

The specific objectives are:

- To identify your country's current participation in bilateral, sub-regional, regional, other international and global forms of collaboration on aquatic genetic resources. List national memberships, status as a Party and other forms of affiliation in agreements, conventions, treaties, international organizations, international networks and international programmes.
- To identify any other forms of international collaboration on aquatic genetic resources.
- To review the benefits from existing forms of international collaboration on aquatic genetic resources.
- To identify needs and priorities for future international collaboration on aquatic genetic resources

International collaboration includes bilateral arrangements and the sharing of particular waters and stocks of wild relatives of farmed aquatic species.

International, regional or sub-regional agreements, conventions and treaties concerning aquatic genetic resources of farmed aquatic species and their wild relatives

46. Please list the international, regional or sub-regional agreements your country subscribes to that cover aquatic genetic resources of farmed species and their wild relatives, such as the Nagoya Protocol² the Convention on Biological Diversity and the Cartagena Protocol and how they have impacted aquatic genetic resources and stakeholders in your country. Examples could include:

² <http://www.cbd.int/abs/nagoya-protocol/signatories/>

- Establishment and management of shared or networked aquatic protected areas as far as wild relatives of farmed aquatic species are concerned
- Aquaculture and culture-based fisheries in transboundary or shared water bodies
- Sharing aquatic genetic material and related information
- Fishing rights, seasons and quotas as far as wild relatives of farmed aquatic species are concerned
- Conservation and sustainable use of shared water bodies and watercourses as far as wild relatives of farmed aquatic species are concerned
- Quarantine procedures for aquatic organisms and for control and notification of aquatic diseases

Add Row

International, Regional, bilateral or Sub-Regional agreement	Year your country ratified or subscribed to the agreement	Impact on aquatic genetic resources	Impact on stakeholders	Comments
		<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect	<input type="radio"/> Strongly positive <input type="radio"/> Positive <input type="radio"/> Negative <input type="radio"/> Strongly negative <input type="radio"/> No effect	

X

Collaboration is needed in order to ...	Rank 1=Very Important 10=No importance	To what extent are the needs being met	Comments <i>For example any critical gaps</i>
Improve information technology and database management	4	<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	
Improve basic knowledge on aquatic genetic resources	7	<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	
Improve capacities for characterization and monitoring of aquatic genetic resources	8	<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	
Improve capacities for genetic improvement	8	<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	
Improve capacities for economic valuation of aquatic genetic resources	5	<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	
Improve capacities for conservation of aquatic genetic resources	4	<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	
Improve communication on aquatic genetic resources	4	<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	
To improve access to and distribution of aquatic genetic resources	5	<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	
Other		<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	
Continue adding row as necessary		<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	
		<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	
Add Row	Remove Row	<input type="radio"/> To a great extent <input type="radio"/> To some extent <input type="radio"/> None <input type="radio"/> Unknown	

48. Please describe the types of collaboration that have been most beneficial for your country, and why?

49. Is there a need for your country to expand its collaboration concerning the conservation, sustainable use and development of aquatic genetic resources? If yes, give details, including any requirements for capacity strengthening in box below

Yes

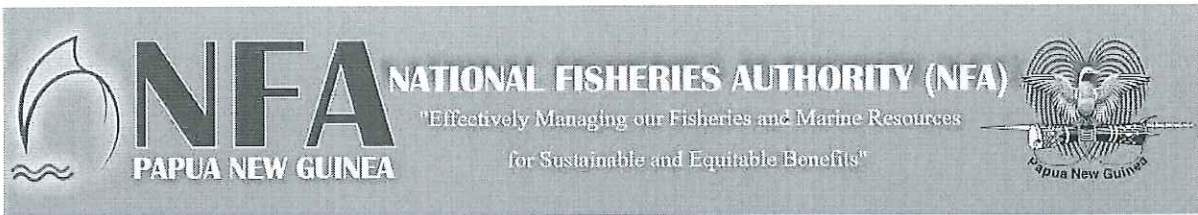
No

If yes, please give details

50. Describe important roles that your country performs within its region (and/or sub-region) and globally in terms of being a keeper, user and sharer of aquatic genetic resources.

Submit Form

ANEXO 2



31st January 2012

Ref No: 5346-A

Dr Robert Jimmy
Aquaculture Advisor
Secretariat of the Pacific Community (SPC)
Noumea
New Caledonia

RE: Request for technical assistance for the implementation of a baseline study on the status of aquatic animal health in main farmed commodities in Papua New Guinea.

Dear Sir,

The National Fisheries Authority would like to express our sincere gratitude to the SPC for its continuous support in the field of fisheries and aquaculture.

At this regard, the National Fisheries Authority (NFA) would like to request for SPC technical assistance and expert advice on the implementation of the first baseline study on the status of aquatic animal health in main farmed commodities in Papua New Guinea.

The aforementioned study will allow NFA and local stakeholders involved in the national aquaculture sector to promote and develop the sector, as well as to engage in fair trading practises both at the domestic and export markets.

The above are based on our current needs and hope our future direction and requirements will be ably accommodated with the implementation of the baseline study.

We look forward to SPC's continuous assistance in the field of aquaculture and fisheries development and hope our request will be favourably considered.

With kind regards and thanking you in advance.

Mr. Joel S. Alu, LLB

Managing Director

National Fisheries Authority

ANEXO 3

5 Portarlington Road, Geelong VIC 3220
 Postal Address: Private Bag 24
 Geelong, VIC 3220 Australia
 www.csiro.au/aaahl
 ABN 41 687 119 230

Diagnostic Testing Report

Secretariat of the Pacific Community - Headquarters
 Attn: Ruth Garcia Gomez
 BP D5
 98848 Noumea Cedex
 NOUMEA NEW CALEDONIA



Tel: +61 3 5227 5000
 Fax: +61 3 5227 5555
 Accredited for compliance with ISO/IEC 17025
 NATA Accreditation - 13546



Final Report

SAN: 02006

Sender: Ruth Garcia Gomez **Ref:** Not Advised
 Secretariat of the Pacific Community - Headquarters

Owner: Ministry of Fisheries
 PNG

Examination Requested: OIE-listed diseases
Sample Information provided: 167 x ethanol-fixed tissues

Molecular Diagnostics

Test: 18S Ribosomal RNA Control - Standard TaqMan PCR

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
44	FC-1	Common Carp	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
45	FC-2	Common Carp	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
46	FKC-1	Koi Carp	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
47	FKC-2	Koi Carp	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
48	FKC-3	Koi Carp	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
49	FGC-1	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
50	FGC-2	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
51	FGC-3	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
52	FGC-4	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
53	FGC-5	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
54	FGC-6	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	POSITIVE

Comment: NATA accreditation does not cover the performance of this service. Positive results demonstrate that nucleic acid was extracted successfully and there were no PCR inhibitors present thus validating negative results by the pathogen-specific test(s).

Test: Decapod PCR (OIE)

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
1	FPM-1	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	POSITIVE

2	FPM-2	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
3	FPM-3	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
4	FPM-4	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
5	FPM-5	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
6	FPM-6	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
7	FPV-1	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
8	FPV-2	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
9	FPV-3	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
10	FPV-4	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
11	FPV-5	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
12	FPV-6	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
13	FPV-7	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
14	FPV-8	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
15	FPV-9	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
16	FPV-10	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
17	FPV-11	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
18	FPV-12	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
19	FPV-13	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
20	FPV-14	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
21	FPV-15	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
22	PCR-1	Mud Crab	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
23	PCR-2	Mud Crab	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
24	FL-1	Panulirus homarus	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
25	FL-2	Panulirus homarus	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
26	FL-3	Panulirus homarus	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
27	FL-5	Panulirus homarus	Ethanol fixed tissue	POSITIVE

Comment: Positive results demonstrate that nucleic acid was extracted successfully and there were no PCR inhibitors present thus validating negative results by the pathogen-specific test(s).

Test: Necrotising hepatopancreatitis bacterium - Taqman PCR (OIE)

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
-----	-------------	---------	---------------	-------------

1	FPM-1	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
2	FPM-2	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
3	FPM-3	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
4	FPM-4	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
5	FPM-5	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
6	FPM-6	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
7	FPV-1	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
8	FPV-2	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
9	FPV-3	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
10	FPV-4	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
11	FPV-5	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
12	FPV-6	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
13	FPV-7	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
14	FPV-8	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
15	FPV-9	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
16	FPV-10	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
17	FPV-11	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
18	FPV-12	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
19	FPV-13	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
20	FPV-14	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
21	FPV-15	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative

Comment: NATA accreditation does not cover the performance of this service.

Test: Prawn Speciation Test - PCR and Sequence Analysis

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
28	FFP-1	Macrobrachium rosenbergii	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
29	FFP-2	Macrobrachium rosenbergii	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
30	FFP-3	Macrobrachium rosenbergii	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
31	FFP-4	Macrobrachium rosenbergii	Ethanol fixed tissue	POSITIVE

32	FFP-5	Macrobrachiu m rosenbergii	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
33	FFP-6	Macrobrachiu m rosenbergii	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
34	FML-1	Macrobrachiu m lar	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
35	FML-2	Macrobrachiu m lar	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
36	FML-3	Macrobrachiu m lar	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
37	FML-4	Macrobrachiu m lar	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
38	FML-5	Macrobrachiu m lar	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
39	FML-6	Macrobrachiu m lar	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
40	FML-7	Macrobrachiu m lar	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
41	FML-8	Macrobrachiu m lar	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
42	FML-9	Macrobrachiu m lar	Ethanol fixed tissue	POSITIVE
43	FML-10	Macrobrachiu m lar	Ethanol fixed tissue	POSITIVE

Comment: NATA accreditation does not cover the performance of this service.

Positive results demonstrate that nucleic acid was extracted successfully and there were no PCR inhibitors present thus validating negative results by the pathogen-specific test(s).

Test: Infectious Hypodermal Hematopoietic Necrosis Virus - TaqMan PCR (OIE)

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
1	FPM-1	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
2	FPM-2	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
3	FPM-3	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
4	FPM-4	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
5	FPM-5	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
6	FPM-6	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
7	FPV-1	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
8	FPV-2	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
9	FPV-3	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
10	FPV-4	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
11	FPV-5	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
12	FPV-6	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
13	FPV-7	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative



14	FPV-8	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
15	FPV-9	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
16	FPV-10	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
17	FPV-11	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
18	FPV-12	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
19	FPV-13	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
20	FPV-14	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
21	FPV-15	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative

Comment: NATA accreditation does not cover the performance of this service.

Test: Infectious Myonecrosis Virus - TaqMan PCR (OIE)

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
1	FPM-1	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
2	FPM-2	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
3	FPM-3	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
4	FPM-4	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
5	FPM-5	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
6	FPM-6	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
7	FPV-1	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
8	FPV-2	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
9	FPV-3	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
10	FPV-4	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
11	FPV-5	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
12	FPV-6	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
13	FPV-7	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
14	FPV-8	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
15	FPV-9	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
16	FPV-10	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
17	FPV-11	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative



18	FPV-12	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
19	FPV-13	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
20	FPV-14	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
21	FPV-15	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative

Comment: NATA accreditation does not cover the performance of this service.

Test: Koi Herpesvirus - TaqMan PCR (Gilad et al)

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
44	FC-1	Common Carp	Ethanol fixed tissue	Negative
45	FC-2	Common Carp	Ethanol fixed tissue	Negative
46	FKC-1	Koi Carp	Ethanol fixed tissue	Negative
47	FKC-2	Koi Carp	Ethanol fixed tissue	Negative
48	FKC-3	Koi Carp	Ethanol fixed tissue	Negative

Comment: NATA accreditation does not cover the performance of this service.

Test: Macrobrachium rosenbergii nodavirus - RT nested PCR (OIE)

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
28	FFP-1	Macrobrachium rosenbergii	Ethanol fixed tissue	Negative
29	FFP-2	Macrobrachium rosenbergii	Ethanol fixed tissue	Negative
30	FFP-3	Macrobrachium rosenbergii	Ethanol fixed tissue	Negative
31	FFP-4	Macrobrachium rosenbergii	Ethanol fixed tissue	Negative
32	FFP-5	Macrobrachium rosenbergii	Ethanol fixed tissue	Negative
33	FFP-6	Macrobrachium rosenbergii	Ethanol fixed tissue	Negative
34	FML-1	Macrobrachium m lar	Ethanol fixed tissue	Negative
35	FML-2	Macrobrachium m lar	Ethanol fixed tissue	Negative
36	FML-3	Macrobrachium m lar	Ethanol fixed tissue	Negative
37	FML-4	Macrobrachium m lar	Ethanol fixed tissue	Negative
38	FML-5	Macrobrachium m lar	Ethanol fixed tissue	Negative
39	FML-6	Macrobrachium m lar	Ethanol fixed tissue	Negative
40	FML-7	Macrobrachium m lar	Ethanol fixed tissue	Negative
41	FML-8	Macrobrachium m lar	Ethanol fixed tissue	Negative
42	FML-9	Macrobrachium m lar	Ethanol fixed tissue	Negative
43	FML-10	Macrobrachium m lar	Ethanol fixed tissue	Negative

Comment: NATA accreditation does not cover the performance of this service.

Test: Perkinsus spp. - TaqMan PCR (Gauthier)

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
-----	-------------	---------	---------------	-------------

49	FGC-1	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	Negative
50	FGC-2	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	Negative
51	FGC-3	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	Negative
52	FGC-4	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	Negative
53	FGC-5	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	Negative
54	FGC-6	Tridacna squamosa	Ethanol fixed tissue	Negative

Comment: NATA accreditation does not cover the performance of this service.

Test: Spring Viraemia of Carp - RT nested PCR (OIE)

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
44	FC-1	Common Carp	Ethanol fixed tissue	Negative
45	FC-2	Common Carp	Ethanol fixed tissue	Negative
46	FKC-1	Koi Carp	Ethanol fixed tissue	Negative
47	FKC-2	Koi Carp	Ethanol fixed tissue	Negative
48	FKC-3	Koi Carp	Ethanol fixed tissue	Negative

Comment: NATA accreditation does not cover the performance of this service.

Test: Taura Syndrome Virus - TaqMan PCR (OIE)

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
1	FPM-1	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
2	FPM-2	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
3	FPM-3	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
4	FPM-4	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
5	FPM-5	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
6	FPM-6	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
7	FPV-1	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
8	FPV-2	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
9	FPV-3	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
10	FPV-4	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
11	FPV-5	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative



12	FPV-6	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
13	FPV-7	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
14	FPV-8	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
15	FPV-9	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
16	FPV-10	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
17	FPV-11	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
18	FPV-12	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
19	FPV-13	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
20	FPV-14	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
21	FPV-15	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative

Date Tested 06-Jul-2018

Comment: NATA accreditation does not cover the performance of this service.

Test: AHPND VpPirA - TaqMan PCR (Han et al)

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
1	FPM-1	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
2	FPM-2	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
3	FPM-3	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
4	FPM-4	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
5	FPM-5	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
6	FPM-6	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
7	FPV-1	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
8	FPV-2	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
9	FPV-3	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
10	FPV-4	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
11	FPV-5	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
12	FPV-6	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
13	FPV-7	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
14	FPV-8	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
15	FPV-9	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative

20	FPV-14	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
21	FPV-15	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
22	FCR-1	Mud Crab	Ethanol fixed tissue	Negative
23	FCR-2	Mud Crab	Ethanol fixed tissue	Negative
24	FL-1	Panulirus homarus	Ethanol fixed tissue	Negative
25	FL-2	Panulirus homarus	Ethanol fixed tissue	Negative
26	FL-3	Panulirus homarus	Ethanol fixed tissue	Negative
27	FL-5	Panulirus homarus	Ethanol fixed tissue	Negative

Test: Yellow head virus (Genotype 1) - Taqman PCR (AFDL)

No.	Specimen ID	Species	Specimen Type	Test Result
1	FPM-1	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
2	FPM-2	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
3	FPM-3	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
4	FPM-4	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
5	FPM-5	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
6	FPM-6	Giant Tiger Prawn - Penaeus monodon	Ethanol fixed tissue	Negative
7	FPV-1	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
8	FPV-2	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
9	FPV-3	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
10	FPV-4	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
11	FPV-5	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
12	FPV-6	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
13	FPV-7	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
14	FPV-8	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
15	FPV-9	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
16	FPV-10	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
17	FPV-11	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative



18	FPV-12	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
19	FPV-13	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
20	FPV-14	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative
21	FPV-15	Litopenaeus vannamei	Ethanol fixed tissue	Negative

Comment: NATA accreditation does not cover the performance of this service.

Summary

All samples tested NEGATIVE for the specific pathogen tests. All positive and negative controls produced expected results.

Yours Faithfully

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Nick Moody', is written over a horizontal line.

Nick Moody - Authorised Signatory

ANEXO 4

Anexo 4. Ejemplos de georreferenciación de las granjas

Nombre de la granja	Provincia	Distrito	Sub-distrito	Longitud (E)	Latitud (S)	Altitud (m)
Jotata Baka	EHP	Kainantu	Kainantu	145°23.859'	06°00.184'	6264
Fotinain	EHP	Kainantu	Agarabi	145°54.154'	06°15.310'	6262
Baku's	EHP	Kainantu	Kainantu	145°51.304'	06°13.929'	5460
Sairon's	EHP	Obura	Aiyura	145°54.703'	06°20.464'	5430
Hove	EHP	Goroka	Goroka	145°23.859'	06°00.185'	6265
Francis's	EHP	Kainantu	Kainantu	145°46.397'	06°16.724'	5987
Kemefa	EHP	Kainantu	Kainantu	145°51.497'	06°16.506'	5210
Unanof	EHP	Kainantu	Kainantu	145°51.307'	06°19.837'	6270
Ikana	EHP	Obura Wonenara	Aiyura	145°57.629'	06°22.105'	5161
Kaveve Trout Farm	EHP	Goroka	Goroka	145°26.514'	06°02.158'	6540
Wara Bena	EHP	Asaro	Asaro Asaro	145°19.070'	06°00.264'	5133
Keko School Leavers	EHP	Asaro	Asaro	145°17.905'	06°01.584'	5274
Kimesave	EHP	Asaro	Asaro	145°19.027'	06°01.349'	5127
Kotuni Trout Hatchery	EHP	Goroka	Goroka	145°24.222'	05°59.712'	6511
Kileku	EHP	Goroka	Kabuifa	145°22.728'	05°59.404'	6342
Riverside	EHP	Goroka	Kabuifa	145°42.082'	06°00.464'	6294
Stone Hill	EHP	Goroka	Kabuifa	145°22.413'	05°59.695'	6075
Fish Wara	EHP	Goroka	Goroka	145°23.783'	06°04.288'	4727
Aizeko	EHP	Goroka	Kabuifa	145°22.118'	06°00.397'	5798
Hoveha	EHP	Goroka	Kabuifa	145°27.179'	06°00.311'	5747
Benard's	EHP	Lufa	Lufa	145°17.030'	06°20.689'	6749
Dani	EHP	Lufa	Lufa	145°17.038'	06°20.766'	6701

Kerenaga	EHP	Unggai	Bena	145°27.853'	06°06.170'	5108
Kulave # 1	EHP	Lufa	Lufa	145°16.851'	06°20.869'	6771
Frog's	EHP	Lufa	Lufa	145°18.219'	06°20.589'	6665
Famundi	EHP	Goroka	Goroka	145°24.850'	06°03.391'	5845
Verate	EHP	Lufa	Lufa	145°16.988'	06°20.817'	6711
Furiri	EHP	Lufa	Lufa	145°17.272'	06°20.731'	6750
Michael Azona	EHP	Bena	Bena	145°27.439'	06°06.607'	4968
Kaiyufa	EHP	Goroka	Goroka	145°26.686'	06°04.26'	6134
Yuwonie	EHP	Goroka	Kabiufa	145°22.553'	05°51.613'	6141
Keremu	EHP	Asaro	Asaro	145°16.525'	05°57.316'	5526
Homin Tree	EHP	Asaro	Kongi 2	145°15.692'	05°55.848'	5524