

El Camarón Tigre Gigante



Especie Exótica Invasora en el Caribe colombiano

**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos -DAMCRA-
2019**



El ambiente
es de todos

Minambiente

REPÚBLICA DE COLOMBIA

IVÁN DUQUE MÁRQUEZ

PRESIDENTE

RICARDO JOSÉ LOZANO PICÓN

MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE

ROBERTO MARIO ESMERAL BERRIO

VICEMINISTRO DE ORDENAMIENTO
AMBIENTAL DEL TERRITORIO

MARÍA CLAUDIA GARCÍA DÁVILA

VICEMINISTRA DE POLÍTICAS Y
NORMALIZACIÓN AMBIENTAL

ANDREA RAMÍREZ MARTÍNEZ

DIRECTORA DE ASUNTOS MARINOS,
COSTEROS Y RECURSOS ACUÁTICOS

Grupo de Ordenamiento Ambiental del
Territorio y Gestión Sostenible de la
Biodiversidad Costera y Marina

ANA MARÍA GONZÁLEZ DELGADILLO

HEINS BENT HOOKER

JULIO ANDRÉS QUINTERO GIL

EL CAMARÓN TIGRE GIGANTE

© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.

No comercializable - Distribución gratuita



Foto Portada: <https://bit.ly/2Ky4o9m>



Tabla de contenido

SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	VI
PRESENTACIÓN.....	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	1
2.1 Perspectiva socioeconómica	2
2.2 Perspectiva institucional.....	3
2.3 Perspectiva participativa e incluyente.....	3
3. BASES, CONCEPTOS Y REFERENTES SOBRE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS	5
3.1 Términos definiciones y sinonimias.....	5
3.2 Especies exóticas invasoras y su impacto en los servicios ecosistémicos.....	7
3.3 Ficha del camarón tigre gigante	10
3.3.1 Identificación taxonómica.....	11
3.3.2 Sinonimias.....	11
3.3.3 Diagnóstico.....	11
3.3.4 Aspectos reproductivos	12
3.3.5 Distribución natural del camarón tigre gigante	15
3.3.6 Áreas de invasión	16
3.3.7 ¿Cómo llegó el camarón tigre gigante <i>Penaeus monodon</i> a Colombia?.....	16
4. MARCO NORMATIVO.....	18
5. ANÁLISIS DE RIESGO DE <i>Penaeus monodon</i>	20
6. ACCIONES PARA EL CONTROL Y MANEJO DEL CAMARÓN TIGRE GIGANTE	27
6.1 Alcance	27
6.2 Principios generales	27
6.3 Finalidad	29
6.3.1 Acción Transversal 1: Inclusión de acciones estratégicas y de gestión en instrumentos de planificación:.....	33
6.3.2 Acción Transversal 2: Desarrollo de capacidad científica y técnica	34
6.3.3 Acción Transversal 3: Programa de manejo, control y vigilancia.....	35
6.3.4 Acción Transversal 4: Participación y divulgación	36
6.3.5 Acción Transversal 5: Gestión de la información	37
7. PROGRAMA PARA EL MANEJO Y CONTROL DEL CAMARÓN TIGRE GIGANTE.....	38
7.1 Sobre el manejo de <i>Penaeus monodon</i>	39
8. REFERENCIAS.....	41



Lista de Figuras

Figura 1. Principales categorías de los servicios ecosistémicos en Colombia	7
Figura 2 Diferentes efectos de las especies invasoras sobre los ecosistemas naturales y sobre los servicios que ofrecen. Se separan los efectos sobre los ecosistemas en factores bióticos, ciclos naturales y factores abióticos (Fuente: Charles & Dukes, 2007, En: Baptista <i>et al.</i> , 2010.)	9
Figura 3 Esquema comparativo de tamaño del camarón tigre gigante (o tigre) frente a dos de las especies más importantes en las pesquerías de Colombia (Fuente: FAO y Damián Martínez, SINAC-PNUD-GEP, 2007).	10
Figura 4 Esquema de <i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798.....	11
Figura 5 Esquema general de los camarones peneidos imagen tomada y modificada de http://eva.universidad.edu.uy/file.php/1285/2012_Maldonado/Arachnida_y_Crustacea/Practico_4a_Crustacea_2012.pdf	12
Figura 6 Ciclo de vida más típico de Penaeidae tropical o subtropical del género <i>Penaeus</i> . (1) Los adultos desovan en aguas más profundas y de mayor salinidad; (2), (3) y (4) aparecen los estadios larvales de nauplii, protozoeae y mysis en sucesivas mudas acercándose los más avanzados hacia aguas costeras. Las postlarvas (5) penetran en aguas salobres en esteros litorales para nutrirse intensamente y crecer y llegar a juvenil (6).	13
Figura 7 Espermatóforo (saco) insertado dentro del télico cerrado de la hembra de la Penaeidae. Tomado y modificado de Dall <i>et al.</i> , 1991.	14
Figura 8. Pseudocópula e Impregnación en <i>Penaeus monodon</i>	14
Figura 9 Distribución Originaria del Camarón tigre gigante <i>Penaeus monodon</i> Imagen tomada y modificada de FAO y Damián Martínez, SINAC; PNUD; GEF.	15
Figura 10 Área de invasión del Camarón tigre gigante <i>Penaeus monodon</i> , en el Gran Caribe Imagen tomada y modificada de FAO y Damián Martínez, SINAC; PNUD; GEF	16
Figura 11 Componentes para el manejo y control de <i>Penaeus monodon</i>	30

Lista de Tablas

Tabla 1 Términos, definiciones y sinonimias ajustadas y adoptadas de Baptiste <i>et al.</i> (2010) y del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” –INVEMAR (INVEMAR, 2014).	5
Tabla 2 Descripción del valor por sección, puntaje asignado para cada nivel de riesgo y respuesta final del Análisis de Riesgo.	21
Tabla 3. Análisis de riesgo para <i>Penaeus monodon</i>	22



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AUNAP: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca

CDB: Convenio de Diversidad Biológica

CORALINA: Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

CRNN: Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente

DAMCRA: Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos

INDERENA: Instituto Nacional de los Recursos Naturales y de Protección del Medio Ambiente

INVEMAR: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”

MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

MINAMBIENTE: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

OGM: Organismos Genéticamente Modificados

OVM: Organismos Vivos Modificados

RNR: Recursos Naturales Renovables

TNC: The Nature Conservancy

UAESPNN: Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza



PRESENTACIÓN

El camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) es una especie exótica invasora marina con alto potencial de invasión y riesgo para la biodiversidad nativa y los ecosistemas del Caribe colombiano, listada en la Resolución No. 0207 de 2010 “Por la cual se adiciona a el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones” y en la actualidad presenta un área de invasión que cubre todo el Caribe Colombiano. Por estas razones, la presente publicación tiene dos propósitos principales, el primero; ser un documento guía para el manejo y control del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) en el Caribe Colombiano, y, el segundo; servir de insumo técnico a las diferentes Autoridades Ambientales, pescadores artesanales y comunidad en general para hacer frente a esta amenaza.

Para alcanzar estos dos propósitos se realizó un análisis de fuentes de información primaria y secundaria relacionadas con la presencia del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) en el Caribe Colombiano y el riesgo que representa para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Adicionalmente, se logró identificar, ordenar, conducir y orientar acciones hacia el desarrollo integral de estrategias de gestión, para el control y manejo del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) como resultado de un taller con las Corporaciones Autónomas Regionales Costeras (CAR), la academia, las Instituciones del Orden nacional, local y regional, titulado “Diagnóstico en prevención, control y manejo de camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*); especie invasora marina del Caribe de Colombia”, llevado a cabo los días 29 y 30 de septiembre del 2016, en la ciudad de Santa Marta, Magdalena.

Por consiguiente, se evidenció que *Penaeus monodon* es una especie que presenta una particularidad muy propia que lo diferencia de las demás especies de peneidos, y es, su vertiginosa tasa de crecimiento y gran tamaño (característica compartida con la mayoría de especies invasoras utilizadas para sistemas productivos), llegando a ser tres y hasta cuatro veces más grande que una especie de camarón nativo, derivando en una competencia por habitat y alimento con las especies de camarón endémicas del Caribe colombiano, lo que ha generado un alto riesgo para la biodiversidad nativa. Por esta razón, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y su Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos, consideran este documento como un insumo clave para divulgar la información de línea base sobre la incursión del camarón tigre gigante, sus principales impactos ambientales, así como las principales estrategias para su control y manejo.



1. INTRODUCCIÓN

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MINAMBIENTE- es la entidad encargada de definir la Política Nacional Ambiental y promover la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales en el país. Por esta razón, el Ministerio y sus institutos de investigación adscritos, desde hace varios años han venido trabajando en reunir información sobre las principales consecuencias e impactos ambientales generados a ecosistemas, comunidades bióticas y especies nativas, a causa de la introducción de especies exóticas invasoras en el territorio nacional (MINAMBIENTE, 2011).

Como resultado de esos antecedentes científicos y soportes técnicos desde MINAMBIENTE se expidió la Resolución No. 848 de 2008, acto administrativo que presenta el primer listado nacional de especies introducidas e invasoras en el territorio nacional. Posteriormente, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” -INVEMAR- y la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia UAESPNN, identificaron y catalogaron al camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) como una “especie exótica invasora marina” por su presencia en el Caribe colombiano y adicionalmente por su alto potencial invasor, de acuerdo a los reportes a nivel internacional (Estados Unidos, Cuba, México, Nicaragua, Costa Rica, entre otros). Por esta razón, MINAMBIENTE decidió incluirla en la Resolución No. 0207 de 2010 “Por la cual se adiciona a el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones”.

Con base en lo anterior, el MINAMBIENTE, a través de la Dirección de Asunto Marinos, Costeros y Recursos Acuáticos -DAMCRA- y la colaboración del INVEMAR, iniciaron acciones para profundizar en el conocimiento del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*), en el Caribe Colombiano. Su objetivo principal; garantizar la conservación del capital natural y el bienestar humano a través de acciones orientadas a la prevención y erradicación del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*), mediante la participación coordinada, activa y responsable de todos los actores involucrados (Gracia *et al.*, 2011).

El presente documento se encuentra estructurada de la siguiente forma; en la primera parte se presentan los antecedentes al proceso de su formulación, los cuales resaltan la importancia que significa para Colombia seguir avanzando en la elaboración de estrategias para el control de *especies exóticas invasoras marinas* y los beneficios que esto trae a los ecosistemas y la fauna nativa. Posteriormente, se encuentra la base conceptual que hace referencia a la correlación de las *especies exóticas invasoras marinas* y su impacto en los *servicios ecosistémicos*, sumado a la descripción de los aspectos biológicos, identificación taxonómica y aspectos reproductivos del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*).

Así mismo, se compilo el marco legal que garantiza la implementación de estrategias para la erradicación, control y manejo de *especies exóticas invasoras marinas*; incluyendo los antecedentes normativos con relación a la conservación y protección de los *Recursos Naturales* y las regulaciones en relación con la



introducción y uso de las especies con potencial invasor. Incluso, se describen los aspectos legales que se tuvieron en cuenta a la hora de estructurar el presente documento de modo que fuera consecuente con el marco jurídico nacional e internacional.

Para finalizar, se presentan los resultados obtenidos del análisis de riesgo para *Penaeus monodon* y la evaluación de información primaria y secundaria relacionadas con la presencia de este a nivel mundial, regional y local; examinando la magnitud y la índole de los posibles efectos negativos de la presencia de esta especie en los ecosistemas marinos colombianos. De igual modo, se exponen las acciones y estrategias de manejo, control y vigilancia, propuestas para garantizar la conservación de las especies nativas y su equilibrio con los servicios ecosistémicos.



2. ANTECEDENTES

La introducción de especies marinas en hábitats diferentes al de su lugar de origen, ha sido identificada como la segunda amenaza más grande a la biodiversidad (Mc Neely *et al.*, 2001), después de la destrucción o modificación de hábitats, ya que produce efectos muchas veces irreversibles sobre la productividad biológica, la composición de especies y su estructura de hábitats, además de cuantiosas pérdidas económicas.

Debido al constante aumento de las actividades humanas a causa de la globalización, el tráfico marítimo, aéreo y terrestre, ha aumentado la vulnerabilidad del país a las invasiones biológicas (Gracia *et al.*, 2011). Razones por las cuales el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) en su artículo 8h, insta a los países parte a “prevenir la introducción o controlar o erradicar, aquellas especies introducidas que amenacen ecosistemas, hábitats o especies”. Colombia, como país parte, ratificó el Convenio mediante la Ley 165 de 1994.

En este contexto, el entonces Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MINAMBIENTE–, elaboró un concepto técnico, con información proporcionada por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” INVEMAR y la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia UAESPNN, el cual sirvió de soporte científico y técnico para la adición de *Penaeus monodon* (camarón tigre gigante) al listado establecido por la Resolución 848 del 23 de Mayo de 2008. De este modo, el 3 de febrero de 2010 se expidió la Resolución 0207 que incluye esta especie (MINAMBIENTE, 2011). Posteriormente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en conjunto con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y *The Nature Conservancy* (TNC) Colombia, formularon el “*Plan nacional para la prevención, el control y manejo de las especies introducidas, trasplantadas e invasoras*”, Plan que está en ejecución desde el año 2011 (Franco *et al.*, 2015).

Ese mismo año, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” INVEMAR en trabajo conjunto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de su Dirección de Asunto Marinos Costeros y Recursos Acuáticos - DAMCRA publicaron “*La Guía de las Especies Introducidas Marinas y Costeras de Colombia*” (Gracia *et al.*, 2011). La cual presenta una lista de especies identificadas y registradas hasta el momento como exóticas invasoras en los ambientes marino-costeros de Colombia y, sus posibles impactos socio-ecológicos generados a las especies nativas.

Identificados todos estos elementos, resultó de particular interés el caso del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*), por tratarse de una especie con un potencial efecto sobre la biodiversidad al ser un reconocido vector de virus causantes de enfermedades en crustáceos y camarones peneidos nativos, en particular la mancha blanca (White spot baculovirus -WSBV), y la cabeza amarilla (Yellow Head Virus -YHV), entre otras (Chang *et al.*, 1998; Tavares y Braga, 2004). Además, debido a su gran tamaño y dieta generalista la especie puede depredar y competir con otras especies de camarones nativos de importancia



ecológica y comercial, pudiendo alterar la estructura trófica y la composición de las comunidades estuarinas del Caribe, y constituyendo un factor de riesgo para la seguridad alimentaria de las comunidades costeras que dependen de estos recursos (Thomas, 1972).

No obstante, una vez reunido todos los soportes científicos y jurídicos antes mencionados, la Dirección de Asuntos Marinos, Costeros y Recursos Acuáticos desde el año 2016 priorizó la elaboración del análisis de riesgo de las especies listadas por Gracia, *et al.*, (2011) “*Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia*” por lo que el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” (INVEMAR) en el marco de la Resolución No. 478 de 2016 del MINAMBIENTE, realizaron la revisión y ajuste de la metodología original propuesta para el análisis de riesgo de especies invasoras continentales diseñada por Baptiste, *et al.*, (2010) para la aplicación en especies marinas. Los resultados del proceso de estandarización de la metodología para especies marinas y la evaluación del *Análisis de Riesgo* específicamente para el camarón tigre gigante se muestran el *Numeral 5* del presente documento e incluye la identificación de eventos peligrosos y una estimación de la posibilidad de que tales eventos ocurran, además de un análisis de sus posibles consecuencias.

Sumado a lo anterior y como una estrategia para incentivar el control de las diferentes especies invasoras en las zonas marino-costeras de Colombia, la Dirección de Asunto Marinos, Costeros y Recursos Acuáticos -DAMCRA-, diseñó acciones de manera participativa con las autoridades ambientales y la comunidad en general para el manejo y control de *Penaeus monodon*. El diseño principalmente busca articular tres perspectivas, la *Socioeconómica*, la *Institucional* y la *Participativa e Incluyente* lo que permite obtener una visión multidimensional más amplia que permita la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales marinos en el País.

2.1 Perspectiva socioeconómica

De acuerdo con las Naciones Unidas y su programa “*Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*” (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005), las especies exóticas invasoras marinas son uno de los principales factores de deterioro socioeconómico en la relación humanidad-ecosistemas, entendido este detrimento como pérdida en el bienestar humano. A su vez, se afirma que dichos impactos son los principales impulsores directos para la pérdida de biodiversidad, y aún más importante, porque actúan como promotores de la disminución de muchos de los servicios que los ecosistemas generan a la sociedad (Chapin *et al.*, 2000; Hooper *et al.*, 2005, En: Area, 2017). Por ello, conservar la funcionalidad de la biodiversidad es un objetivo esencial a la hora de mantener los servicios de los ecosistemas.

Así mismo, cabe mencionar que la mayoría de las especies exóticas invasoras marinas han sido introducidas en su momento porque son útiles o necesarias para algún sector de la economía local (Mc Neely *et al.*, 2001). Sin embargo, existen introducciones involuntarias que se dan a pesar de los controles legales existentes en la mayoría de países y fronteras; la mayoría de las introducciones marinas son producidas por el vertido de las aguas de lastre de los barcos (Dorado-Roncancio *et al.*, 2011), aunque hay



otras formas de introducción como las debidas a los escapes de ejemplares destinados a ornamentación en acuarios y las fugas de especies cultivadas en granjas, como parece ser el caso de *Penaeus monodon* para el Caribe colombiano (Benson, *et al.*, 2001; Ojasti, 2001; en Álvarez-León y Gutiérrez-Bonilla, 2007).

2.2 Perspectiva institucional

En Colombia se vienen desarrollando esfuerzos dirigidos a controlar la introducción, trasplante y propagación de las *especies exóticas invasoras marinas*; muestra de ello es investigación sobre la distribución, frecuencia y abundancia del camarón tigre gigante (*P. monodon*) realizada entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” –INVEMAR”, Con base en dicha información, se logró comprender mejor el ciclo de vida y su respectiva interacción con las especies de camarones nativos del Caribe colombiano (INVEMAR-MADS, 2013). Posteriormente MINAMBIENTE e INVEMAR, formularon elementos técnicos que permitieron evaluar la diversidad y estructura genética de las poblaciones de *P. monodon*, mediante herramientas de biología molecular. Los resultados llevaron a establecer el origen de las poblaciones introducidas (invasoras) en el Caribe colombiano, así como el estado de las poblaciones en términos de diversidad genética y sus posibles mecanismos de dispersión (INVEMAR-MADS, 2014).

Con estos resultados y antecedentes científicos, se generaron consideraciones generales sobre las posibles actividades a futuro para el manejo y control del camarón tigre gigante (*P. monodon*), relacionadas principalmente con: “1. [...] de acuerdo con la información suministrada se puede establecer una propuesta de directrices para el manejo y control de la especie invasora *P. monodon* para todo el Caribe colombiano; 2. Establecer alianzas interinstitucionales a nivel nacional con las CAR costeras como nuevas Autoridades Ambientales en las zonas costeras y a nivel internacional para ejecutar proyectos de investigación y establecer redes de información y entendimiento sobre el desarrollo y control de la invasión y 3. Capacitar recurso humano de las Autoridades competentes en el desarrollo de investigaciones sobre la adaptación biológica y ecológica de la especie” (INVEMAR-MADS, 2014).

2.3 Perspectiva participativa e incluyente

De acuerdo con las evidencias científicas presentadas por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” –INVEMAR en su informe final (INVEMAR-MADS, 2017), Colombia necesita orientar sus recursos económicos, humanos y científicos a la prevención, manejo y control de las *especies exóticas invasoras marinas* en el territorio nacional, todo con el objetivo de controlar: la pérdida de la biodiversidad marina, los servicios ecosistémicos y los impactos socioeconómicos.

Lo anterior, a través de un enfoque participativo e incluyente, necesario para el diseño de una herramienta de gestión eficiente en términos de costo-beneficio a la hora de prevenir, manejar y controlar los impactos de las especies exóticas invasoras marinas presentes en el Caribe colombiano. Dicho diseño



debe contemplar la participación de la comunidad, las diferentes autoridades ambientales de orden local, regional, nacional y las instancias de gobierno para el establecimiento de marcos legales y políticas públicas, incluyendo esfuerzos de educación y capacitación que alcancen los niveles técnicos y se extiendan al sector privado y la sociedad civil.

Por lo tanto, el presente documento es una primera aproximación al diseño de estrategias para la prevención, el manejo y control del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) en el Caribe Colombiano y la planificación de acciones para la conservación de la biodiversidad nativa y los servicios ecosistémicos, considerando variables políticas, poblacionales y ecosistémicas.

3. BASES, CONCEPTOS Y REFERENTES SOBRE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS

Desde hace varios años en Colombia se ha venido trabajando en el fortalecimiento del uso adecuado de la terminología utilizada para referirse a las especies; autóctonas, introducidas, exóticas e invasoras, pero es solo hasta el año 2009, que luego de una reunión de investigadores de los institutos (INVEMAR, SINCHI, HUMBOLDT, IIAP) del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y expertos nacionales en la temática que se logró unificar los términos y conceptos a utilizar (Cárdenas *et al.*, 2015).

3.1 Términos definiciones y sinonimias.

Para el presente DOCUMENTO se adoptará la terminología establecida en el Decreto 1681 de 1978 (artículo 133) y en la Resolución 848 de 2008, trabajada y adaptada por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” (Baptiste *et al.*, 2010), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” –INVEMAR (INVEMAR, 2014) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza -UICN (2019) (Tabla 1).

Tabla 1 Términos, definiciones y sinonimias ajustadas y adoptadas de Baptiste *et al.* (2010) y del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” –INVEMAR (INVEMAR, 2014).

Término	Sinonimias	Definición
Nativa	Indígena, autóctona	Especie, subespecie o taxón inferior que habita dentro de su rango de distribución natural (pasado o presente), incluyendo el área que puede ocupar y alcanzar usando sus propias extremidades (patas o alas) u otros sistemas de dispersión, incluso si su presencia en el sitio es azarosa.
Introducción (CDB)		Movimiento intencional, o no intencional, indirecto o directo, de una especie exótica fuera de su rango natural (pasado o presente) por intervención humana. Este movimiento puede ser entre países o bien, entre regiones en un mismo país
Especie Introducida** (CDB)	Exótica, alóctona, foránea, no nativa, exógena, trasplantada	Especie, subespecie o taxón inferior e híbrido que se encuentra fuera de su distribución natural, pasada o presente, incluyendo cualquier parte, gametos, semillas, huevos o propágulos.



El ambiente
es de todos

Minambiente

Término	Sinonimias	Definición
Especie Establecida	Aclimatada	Especie introducida que se reproduce exitosamente y tiene una población viable
Especie Invasora	Peste, plaga, maleza	Especie introducida que se establece y dispersa en ecosistemas o hábitats naturales o seminaturales*; es un agente de cambio y causa impactos ambientales, económicos o de salud pública.
Especie criptogénica		Especie cuya área de distribución original es incierta y sobre la que existen dudas acerca de su carácter de nativa o exótica.
Organismos vivos modificados (OVM)	Organismos genéticamente modificados (OGM)	Cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético que se haya obtenido mediante la aplicación de biotecnología moderna (ver Protocolo de Cartagena).
Biocontrol	Control Biológico	Controlar una especie invasora mediante la introducción de un enemigo natural que ataque específicamente a dicha especie y que no afecte a las especies nativas o de valor económico.
Bioseguridad	Prevención	Prevenir la expansión de especies invasoras a través de fronteras internas o Internacionales, incluyendo las existentes.
Contención		Mantener una especie invasora dentro de un área definida
Control		Reducir la población de una especie invasora.
Erradicación		Eliminación completa de una especie invasora de un área determinada.
Gestión o Manejo		Lograr un éxito operativo (ej. reducir una plaga hasta un nivel definido) y los resultados deseados (impacto reducido, recuperación de valores objetivo del impacto) en la gestión de las especies exóticas.



Término	Sinonimias	Definición
Monitoreo	Seguimiento	Programas para detectar cambios, ej. En la distribución de especies, el éxito en el manejo de los proyectos, etc. (también denominado “seguimiento”).
Vigilancia		Monitoreo para detectar nuevas incursiones de especies invasoras.

* De acuerdo con la UICN (1999), ecosistemas seminaturales son aquellos no alterados perceptiblemente por la acción humana o que, habiendo sido alterados, retienen elementos nativos significativos.

** Si bien estos términos se utilizan como sinonimias, debe acotarse para mayor claridad que las especies introducidas pueden separarse en dos grandes grupos: especies exóticas, provenientes de otros países. Aquí se incluyen los términos alóctona, foránea, no nativa y exógena y las especies trasplantadas, originarias de Colombia, pero llevadas a otra región o cuenca en Colombia.

3.2 Especies exóticas invasoras y su impacto en los servicios ecosistémicos

De acuerdo con la *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos* (PNGIBSE); los “*Servicios Ecosistémicos*” se agrupan en cuatro grandes categorías (Figura 1) y son reconocidos por el carácter estratégico de la biodiversidad como fuente principal, base y garantía de suministros, indispensables para el desarrollo del país (Mendoza *et al.*, 2012).



Figura 1. Principales categorías de los servicios ecosistémicos en Colombia
Fuente: (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005)

Los efectos de las *especies exóticas invasoras marinas* en los últimos años han sido el centro de atención de los Gobiernos, Autoridades Ambientales, ONGs y comunidades dedicadas a la conservación (Baptiste *et al.*, 2010). Esta atención está directamente relacionada con el hecho de que las especies invasoras pueden causar grandes cambios en los procesos y funciones de todo tipo de ecosistemas a lo largo del planeta. De hecho, cuando ocurren las invasiones biológicas se alteran procesos estructurales de los ecosistemas naturales, afectando la cantidad y calidad de la productividad, la descomposición, el flujo de materiales (nutrientes, toxinas, sedimentos, suelo y agua) y otros elementos ecosistémicos estructurantes (Strayer, 2012).

De acuerdo con lo planteado por Ehrenfeld (2010), los diferentes impactos a causa de las especies exóticas invasoras en los ecosistemas marinos se fundamentan en dos líneas teóricas: la primera, en la que especies individuales pueden tener efectos en los ecosistemas (procesos ecológicos); esta corriente teórica recurre a conceptos como ingeniería de ecosistemas, especies clave y especies fundadoras. La segunda línea, considera los mecanismos por los cuales las especies exóticas invasoras alteran la estructura de una comunidad, entre ellos la competencia en la explotación de recursos, competencia por interferencia o impactos sobre las especies nativas por incremento en la depredación, herbívora, parasitismo y mutualismo (Figura 2)

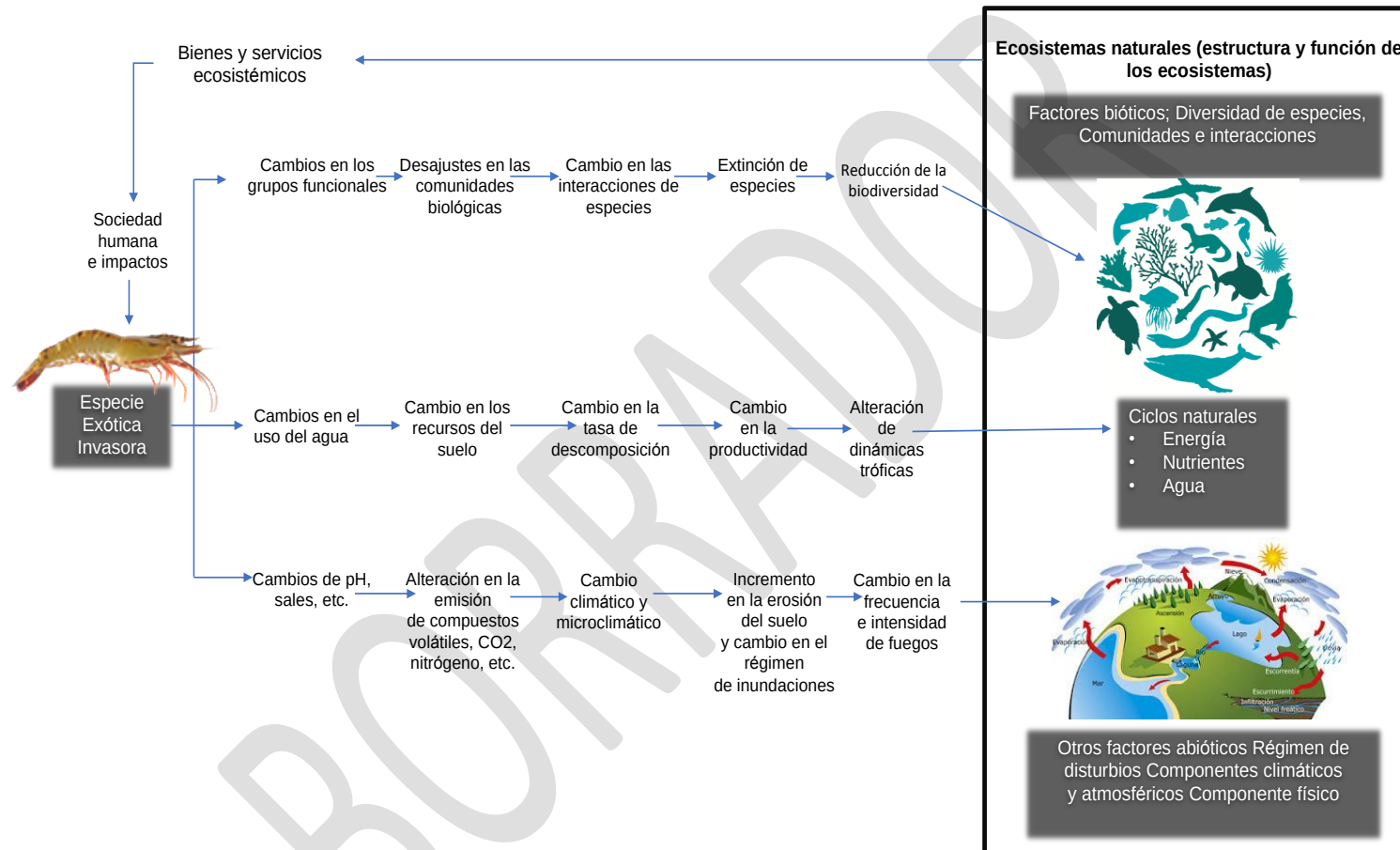


Figura 2. Diferentes efectos de las especies invasoras sobre los ecosistemas naturales y sobre los servicios que ofrecen. Se separan los efectos sobre los ecosistemas en factores bióticos, ciclos naturales y factores abióticos (Fuente: Charles & Dukes, 2007, En: Baptista *et al.*, 2010.)



De acuerdo con lo anterior, las especies exóticas invasoras en la mayoría de los casos pueden generar efectos a gran escala, como cambios en regímenes hídricos, disponibilidad de luz, la severidad y frecuencia de los incendios, entre otros (Strayer, 2012). El identificar dichos efectos sobre los servicios ecosistémicos, permite el direccionamiento de los esfuerzos y contribuye en la priorización de acciones de manejo sobre los mismos (Hulme, 2006). En un contexto netamente de conservación y restauración, el control y la erradicación de las especies exóticas invasoras no debe ser la meta principal, pues esta debe apuntar a mejorar las funciones ecosistémicas relacionadas con los servicios ecosistémicos afectados y a la reducción de la pérdida de biodiversidad (Gaertner *et al.*, 2012).

3.3 Ficha del camarón tigre gigante

Penaeus monodon se desarrolla y se reproduce sólo en hábitats marinos tropicales; durante sus estadios larval, juvenil y sub adulto se establece en estuarios, lagunas costeras o en áreas de manglar, en estado adulto suelen habitar la plataforma continental (Hughes, 1966; Chan, 1998). Según M. M Thomas (1972). La dieta del *P. monodon* está constituida principalmente por crustáceos, representando más del 57% de ésta, seguido de peces con un 33% y moluscos con 2%, pero también consume poliquetos, materia vegetal y detritos en menor proporción.

El camarón tigre gigante pertenece a la familia Penaeidae, presenta un gran tamaño comparado con las demás especies de la familia. En el caso de *P. monodon*, los colores del cuerpo varían, dependiendo del sustrato, alimento y turbiedad del agua, entre verde, café, rojo, gris, azul y bandas transversales de colores sobre el abdomen y caparazón que se alternan entre azul o negro y amarillo. Los adultos pueden alcanzar 33 centímetros de longitud y las hembras son comúnmente más grandes que los machos (Figura 3) (Kongkeo, 2005).

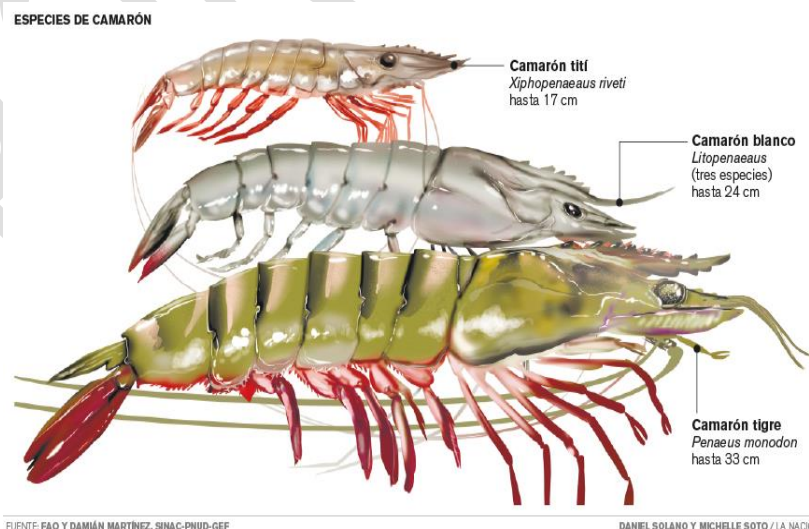


Figura 3 Esquema comparativo de tamaño del camarón tigre gigante (o tigre) frente a dos de las especies más importantes en las pesquerías de Colombia (Fuente: FAO y Damián Martínez, SINAC-PNUD-GEP, 2007).



3.3.1 Identificación taxonómica.

Phylum Arthropoda

Subphylum Crustacea

Clase Malacostraca

Orden Decapoda

Familia Penaeidae

Género Penaeus

Nombre común: Camarón tigre gigante (Figura 4)

Camarón Tigre del Asia

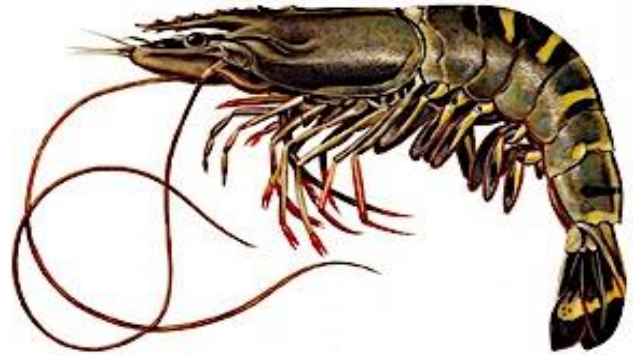


Figura 4 . Esquema de *Penaeus monodon* Fabricius, 1798

(imagen tomada y modificada de:
<https://www.21food.com/products/penaeus-monodon-black-tiger-55644.html>)

3.3.2 Sinonimias

Penaeus carinatus

Dana, 1852 Sinonimias en: GSMFC, 2009

Penaeus caeruleus

Stebbing, 190?

Penaeus bubulus

Kubo, 1949

Penaeus monodon var. *manillensis*

Villaluz y Arriola, 1938

3.3.3 Diagnósis

El rostro está bien desarrollado y tiene dientes dorsales y ventrales. Surcos cervical y órbito-antenal y carenas antenales siempre presentes. Con espina hepática y antenal pronunciadas. Margen pterigostomial redondeado. Estilocerito en el primer segmento antenular. Espinas en el basípodo del primer y segundo pereópodos y exópodos del primer al cuarto pereópodos usualmente presentes. Sin espinas subapicales fijas en el telson. Surcos y carena adrostrales cortos, no alcanzando posteriormente más allá de la mitad de la longitud del caparazón. Sin carena gastrofrontal. Las hembras tienen télico de tipo cerrado. Petasma simétrico con lóbulos mediales delgados en el macho. Los rasgos más distintivos para la identificación de esta especie son: quintos pereópodos sin exópodo; carena hepática horizontalmente recta; y carena gastro-orbital ocupando la mitad posterior de la distancia entre la espina hepática y el margen postorbital del caparazón (Figura 5) (Kongkeo, 2005).

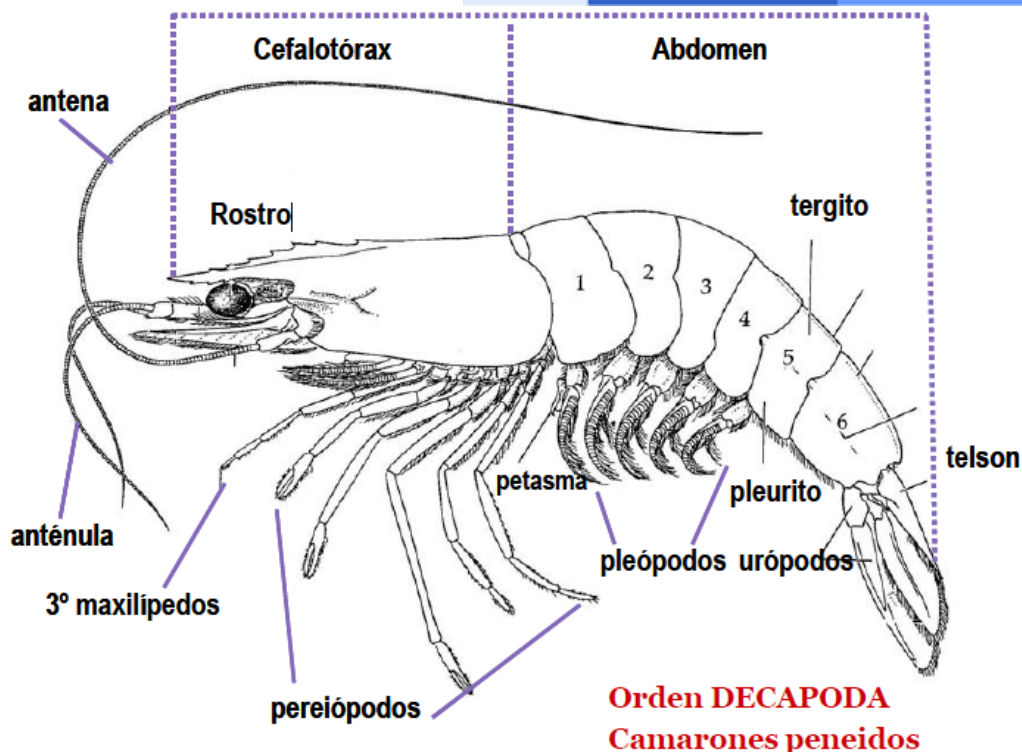


Figura 5 Esquema general de los camarones peneidos imagen tomada y modificada de http://eva.universidad.edu.uy/file.php/1285/2012_Maldonado/Arachnida_y_Crustacea/Practico_4a_Crustacea_2012.pdf

3.3.4 Aspectos reproductivos

Penaeus monodon madura y se reproduce sólo en hábitats marinos tropicales y pasa sus etapas larval, juvenil, adolescente y sub adulta en áreas de estuarios, lagunas costeras o manglares (Figura 6). En la naturaleza, muestra una marcada actividad nocturna, enterrándose en el sustrato del fondo durante el día y emergiendo en la noche para buscar alimento como consumidor bentónico (Su, 1986). Los adultos se encuentran a menudo sobre fondos fango-arenosos o arenosos de 20-50 m de profundidad en aguas costa afuera, los machos silvestres poseen espermatozoos desde que alcanzan alrededor de 35 gramos de peso corporal y las hembras se hacen grávidas desde los 70 gramos. El apareamiento ocurre de noche, justo después de la muda mientras la cutícula está aún blanda, y los espermios son mantenidos subsecuentemente en un espermatóforo (saco) insertado dentro del télico cerrado de la hembra (INVEMAR, 2013) (Figura 6).

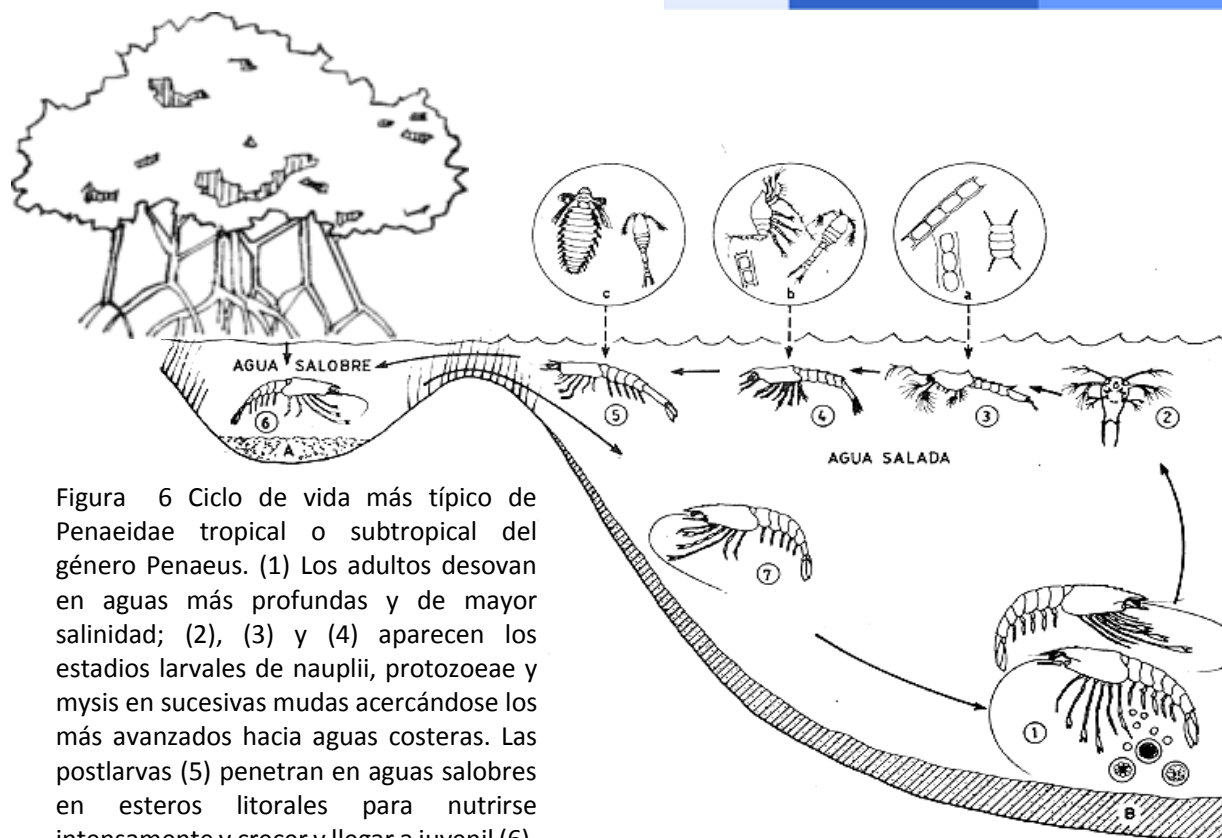
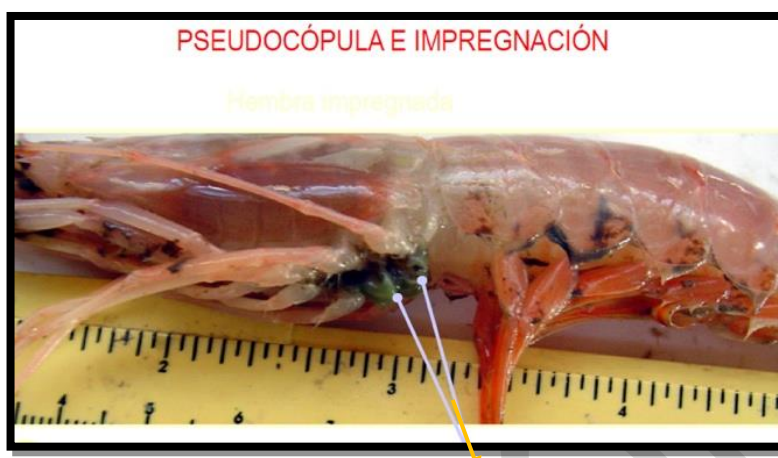


Figura 6 Ciclo de vida más típico de Penaeidae tropical o subtropical del género *Penaeus*. (1) Los adultos desovan en aguas más profundas y de mayor salinidad; (2), (3) y (4) aparecen los estadios larvales de nauplii, protozoeae y mysis en sucesivas mudas acercándose los más avanzados hacia aguas costeras. Las postlarvas (5) penetran en aguas salobres en esteros litorales para nutrirse intensamente y crecer y llegar a juvenil (6).

Los preadultos (7) migran hacia los fondos de desove. La alimentación varía en el transcurso de la vida. Las nauplii se nutren de sus propias reservas; las protozoeae (a) comen fitoplancton; las mysis (b) se alimentan de zooplancton y algo de fito; las postlarvas (c) comen zooplancton. Los juveniles se nutren de pequeños animales de los bentos y del plancton. El substrato es blando, siendo más fangoso en la región de los esteros (A) que en mar abierto (B). (Los dibujos están hechos a distinta escala.) Tomado y modificado de Boschi (1974)

Hay cinco etapas en la maduración ovárica; no desarrollado, en desarrollo; casi maduro; maduro; y desovado. Las hembras de *P. monodon* son altamente fecundas con hembras grávidas produciendo desde 500a 750 mil huevos. El desove ocurre de noche y la fertilización es externa (Figura 7) con las hembras extruyendo súbitamente los espermios desde el télico en la medida que los huevos son puestos en aguas costa afuera (Figura 8) (FAO, 2007; Dall *et al.*, 1991)



Espermatóforos

Figura 7 Espermatóforo (saco) insertado dentro del téllico cerrado de la hembra de la Penaeidae. Tomado y modificado de Dall *et al.*, 1991.

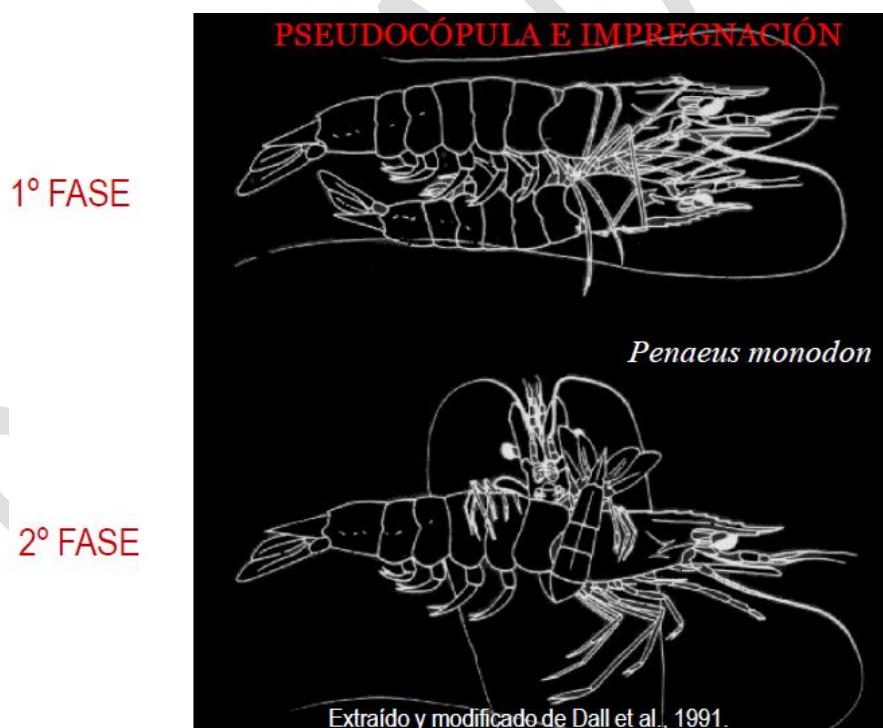


Figura 8. Pseudocópula e Impregnación en *Penaeus monodon*.

La eclosión ocurre 12-15 horas después de la fertilización (Nagaraju, 2011). Las larvas, llamadas nauplios, nadan libremente y parecen minúsculas arañas acuáticas. Este primer estadio en el desarrollo larval no se



alimenta, sino que vive de sus propias reservas vitelinas y pasa rápidamente a través de seis mudas. Los próximos estadios larvales (protozoa, mysis y postlarva temprana (PL) respectivamente) permanecen planctónicos por algún tiempo y son llevados hacia la costa por las corrientes de marea. Las protozoas, que tienen apéndices plumosos y cuerpos alargados, mudan tres veces y después metamorfosean al estadio de mysis. Las mysis, que tienen cuerpos segmentados, pedúnculos oculares y colas características del langostino adulto, también mudan tres veces antes metamorfosear a PL con características similares al langostino adulto. Las PL subsecuentemente cambian sus hábitos para alimentarse de detritos bentónicos, gusanos poliquetos y pequeños crustáceos después del estadio PL 6. Los estadios juvenil y adolescente pueden tolerar condiciones de salinidad tan baja como 1-2‰ (Dall *et al.*, 1991)

3.3.5 Distribución natural del camarón tigre gigante

El camarón tigre gigante habita las costas de Australia, sudeste de Asia, sur de Asia y este de África (FAO, 2007) con un rango que comprende el sur de Japón, Corea, China, Taiwán, Filipinas, Vietnam, Camboya, Malasia, Singapur, Indonesia, Papua Nueva Guinea, Australia, Tailandia, Myanmar, Bangladesh, Sri Lanka, India, Pakistán, Tanzania, Madagascar y Sudáfrica (Figura 9) (Fuller *et al.*, 2014)

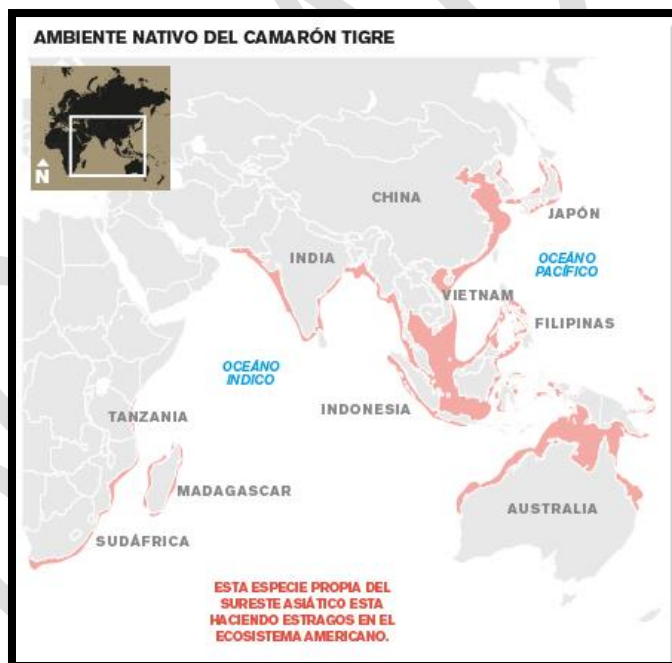


Figura 9 Distribución Originaria del Camarón Jumbo *Penaeus monodon* Imagen tomada y modificada de FAO y Damián Martínez, SINAC; PNUD; GEF.



3.3.6 Áreas de invasión

Ha sido capturada en la costa este de los Estados Unidos (Franklin, 2002), recientemente se han encontrado poblaciones en las costas de Alabama y Carolina del Sur, México (Córdoba-Murueta *et al.*, 1994), Golfo de Venezuela (Atencio *et al.*, 2006), Ecuador (Barragán-Virvieacas, 1993) y Brasil (Figura 10) (Tavares y Braga, 2004)



Figura 10 Área de invasión del Camarón Jumbo *Penaeus monodon*, en el Gran Caribe Imagen tomada y modificada de FAO y Damián Martínez, SINAC; PNUD; GEF

3.3.7 ¿Cómo llegó el camarón tigre gigante *Penaeus monodon* a Colombia?

El camarón tigre gigante ha sido cultivado desde hace más de un siglo por las comunidades costeras de algunos países del Indo-Pacífico como fuente de alimento (FAO, 2007). En la actualidad, es uno de los crustáceos más importantes en el mercado internacional y su cultivo ha tenido una expansión significativa en muchos países asiáticos en desarrollo (INVEMAR, 2014).

Fuera de su hábitat natural, el camarón tigre gigante ha sido registrado en la costa oriental de los Estados Unidos desde Carolina del Norte hasta Texas (Knott *et al.*, 2012), en Suramérica en las costas de Brasil



(Coelho *et al.*, 2001; Santos y Coelho, 2002; Cintra *et al.*, 2011) y en el Caribe en Cuba, Puerto Rico, República Dominicana y Venezuela (Aguado y Sayegh, 2007; Altuve *et al.*, 2008; Giménez-Hurtado *et al.*, 2013). En el Caribe colombiano, ha sido registrado en las costas de los departamentos de La Guajira, Magdalena, Bolívar, Córdoba, Sucre y Antioquia (Atencio *et al.*, 2006; Álvarez-León, R. y F. de P. Gutiérrez-Bonilla, 2007; Gómez-Lemos y Campos 2008; Álvarez-León, R., 2009; Gracia *et al.*, 2011). La especie habita generalmente en las zonas de manglar cerca a la desembocadura de arroyos y ríos.

Adicionalmente, se ha registrado como fauna acompañante en las faenas de los barcos camaroneros que operan en esas áreas. La introducción del camarón tigre gigante en América ha sido probablemente ocasionada por la fuga de granjas acuícolas de Estados Unidos y Brasil, cuando se formaron inundaciones generadas por tormentas y huracanes. Aunque menos probable, se especula como posible vía de introducción la descarga de aguas de lastre de los grandes buques (Altuve *et al.*, 2008; Knott *et al.*, 2012; en INVEMAR, 2014).

Con respecto a su procedencia, En INVEMAR en el 2013 informó que la población de animales con la cual se inició la invasión de *P. monodon* en el Caribe colombiano es el resultado de la introducción hecha durante 1987 en el departamento de Córdoba de ejemplares procedentes de Brasil para fines de cultivo y exportación. Posteriormente, en el 2014 el INVEMAR advirtió que el origen genético de estos ejemplares es de la zona marina costera del sureste de Asia, entre China y Taiwán. Por otra parte, Aguirre- Pabón *et al.*, (2015) reveló que la población de *P. monodon* presente en Colombia tiene una baja diversidad genética con respecto a la de su contraparte del Indo Pacífico, sugiriendo que su introducción fue posiblemente debida a un “efecto fundador” relacionado con intentos del cultivo de la especie en Brasil, con ejemplares originarios de Taiwán y Filipinas. Los trabajos anteriores muestran que *P. monodon* es una especie invasora que ya se encuentra establecida en el Caribe colombiano, constituyendo parte importante de las capturas de la pesca artesanal e industrial de este litoral.

No existe evidencia documentada de que *P. monodon* haya sufrido un efecto de hibridación con las poblaciones de otros crustáceos peneidos del Caribe colombiano. Tampoco existen reportes de que la especie haya producido algún efecto dañino sobre la biota nativa por competencia de recursos, depredación o transferencia de patógenos. Sin embargo, es bien conocido que *P. monodon* puede ser susceptible y/o portador de algunos patógenos de origen viral, como el Virus de la Mancha Blanca (WSSV) que ya ha hecho su aparición en Colombia (MinComercio, 2014) y de otros como el Virus de la Cabeza Amarilla (YHV) que no se ha reportado en Colombia pero que ha sido encontrado en México y Ecuador (Castro-Longoria *et al.*, 2008).



4. MARCO NORMATIVO

Colombia posee un amplio marco normativo para el manejo, administración y control de los recursos naturales renovables -RNR- y del medio ambiente, incluidos la introducción de especies, que data de tiempos en donde la mayoría de las naciones latinoamericanas, no poseían instituciones para el manejo integral de los recursos naturales renovables -RNR-. Colombia en el orden regional o nacional desde antes de 1968 tenía Autoridades Ambientales y desde ese año el Instituto Nacional de los Recursos Naturales y de Protección del Medio Ambiente -INDERENA- asumió de manera integral funciones en relación con los RNR y ambientales.

Expedido el Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente -CRNN- (Decreto Ley 2811 de 1974), la introducción, el trasplante y la repoblación respecto a fauna, flora silvestre, recursos hidrobiológicos continentales y marinos son claros normativa e institucionalmente. Por su parte, la Ley 99 de 1993 (Sistema Nacional Ambiental), creó o fusionó Autoridades Ambientales, e instituciones de investigación, que nacional o regionalmente asumieron el manejo, administración y control de los RNR; además, se instauró el Ministerio del Medio Ambiente como máxima Autoridad Ambiental sucediendo al INDERENA en sus funciones.

A partir del Decreto Ley 2811 de 1974, se hicieron desarrollos a través del Decreto 622 de 1977 (reglamentación sobre el Sistema de Parques Nacionales Naturales), del Decreto 1608 de 1978 (reglamentación en materia de fauna silvestre), del Decreto 1681 de 1978 (reglamentación en materia de recursos hidrobiológicos), de la Ley 13 de 1990 (Estatuto General de Pesca), de la Ley 12 de 1992 (Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas Protegidas del Pacífico Sudeste), de la Ley 611 de 2000 (normas para el manejo sostenible de especies de fauna silvestre y acuática), del Decreto 2041 de 2014 (en materia de licencias ambientales), y de las resoluciones 05584 de 2002 (Declaratoria de Especies Amenazadas) y la 0848 de 2008 (sobre las especies invasoras) expedidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT-. Normas en coherencia con la Ley 165 de 1995 (Convención sobre la Diversidad Biológica) que en el artículo 80 literal h. establece: “Cada parte impedirá que se introduzcan, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies”.

La investigación, el acceso a recursos genéticos y lo relativo a Organismos Vivos Modificados (OVM) u Organismos Genéticamente Modificados (OGM) han tenido desarrollos mediante la Ley 165 de 1994 (Convenio sobre Diversidad Biológica), la Decisión Andina 391 de 1996 (Régimen Común sobre Acceso a Recursos Genéticos), el Decreto 309 de 2000 (investigación en diversidad biológica), la Ley 599 de 2000 (Código Penal) y la Ley 740 de 2002 (Protocolo de Cartagena sobre Seguridad en la Biotecnología del Convenio sobre Diversidad Biológica) y su Decreto Reglamentario 4525 de 2005.



En el 2008 la Resolución 0848 por la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado además de dar otras disposiciones. Ya en el 2010 se publica la Resolución 0207 Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 *Pterois volitans* (Pez León) y *Penaeus monodon* (camarón tigre gigante) y se toman otras determinaciones.



5. ANÁLISIS DE RIESGO DE *Penaeus monodon*

El *Análisis de Riesgo* es la evaluación de las consecuencias de la introducción y la probabilidad de establecimiento de una especie exótica utilizando información basada en la ciencia y la determinación de medidas que pueden aplicarse para reducir o gestionar dichos riesgos (es decir, gestión de riesgo), teniendo en cuenta consideraciones socioeconómicas y culturales (CDB, 2002). Se clasifica como una herramienta que permite evaluar la posibilidad de que una especie se convierta en una amenaza para el ecosistema (Copp *et al.*, 2005). Los resultados de un análisis de riesgo pueden ser usados para determinar si debería tomarse una acción de remediación y de qué tipo (Prieto *et al.*, 2012). Por lo tanto, la mejor opción para combatir las especies invasoras en el medio marino es la prevención, especialmente considerando que la naturaleza fluida de los ambientes acuáticos y la vastedad del medio marino genera grandes dificultades para detectar las introducciones, para la erradicación de las especies que se han establecido y para el control funcional con programas de mitigación o acciones cuyo objetivo sea minimizar el impacto de una *Especie Exótica Invasora Marina* bien sea a través de la erradicación, control o la contención (Carlton, 1997; UICN, 2009).

Por todo lo anterior, El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible identificó la necesidad de realizar la revisión y ajuste de la herramienta para el análisis de riesgo de invasión de especies marinas. Por consiguiente, en el marco de la Resolución del Minambiente No. 478 y el apoyo del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” (INVEMAR) en el año 2016 se llevó a cabo un trabajo titulado “*Implementar programas de prevención, erradicación y control de especies exóticas invasoras marinas*” el cual reúne la estructura metodológica y los resultados del proceso de estandarización de la herramienta para especies marinas y la evaluación del *Análisis de Riesgo* para el camarón tigre gigante *Penaeus monodon*, la cual incluyó la identificación de eventos peligrosos y una estimación de la posibilidad de que tales eventos ocurran, además de un análisis de sus posibles consecuencias.

A continuación, se presenta la evaluación del análisis de riesgo para *Penaeus monodon* cuyos resultados se fundamentan en una revisión documental exhaustiva y la opinión de expertos. La herramienta cuenta con cinco secciones, donde se incluye la información básica del organismo, una preevaluación que determina si es pertinente o no continuar con el análisis, la evaluación del riesgo de establecimiento de la especie, los impactos que generaría la especie en caso de convertirse en invasora y el manejo que podría implementarse. A cada uno de estos temas se le asignó un valor, dependiendo del número de preguntas por sección. Luego, se asignaron rangos de riesgo, establecidos de acuerdo con las múltiples opciones de puntaje que se presentan por cada pregunta de cada sección (

Tabla 2).

Tabla 2 Descripción del valor por sección, puntaje asignado para cada nivel de riesgo y respuesta final del Análisis de Riesgo.

ANÁLISIS	Valor %	Puntaje	RIESGO	INTRODUCCIÓN
Riesgo de establecimiento	60	1100-1500	Alto	Prohibida
Impacto	20	700-1100	Medio	Mayor análisis
Manejo	20	500-700	Bajo	Es posible
<i>Total</i>	<i>100</i>			

Según lo propuesto por Baptiste y colaboradores (2010) y ajustado por el INVEMAR (2016) esta herramienta detecta faltantes claves de información, establece una calificación del riesgo de invasión: lo que puede considerarse riesgo bajo (valores entre 1.0 - 2.99), moderado (valores entre 3.01 - 4.0) Los casos en que deberían desarrollarse análisis extra antes de llegar a un diagnóstico ajustado “requiere mayor análisis” (valores entre 4.01 - 5.0) y lo que se considera un alto riesgo (valores entre 5.01 - 15.0) (Tabla 3).



El ambiente
es de todos

Minambiente

Tabla 3. Análisis de riesgo para *Penaeus monodon*

ANÁLISIS DE RIESGO PARA INTRODUCCIÓN DE ESPECIES MARINAS			
DATOS GENERALES			
Reino	Animalia		
Filum	Arthropoda		
Clase	Malacostraca		
Familia	Penaeidae		
Genero	Penaeus		
Especie	<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798		
Sinonimias	Penaeus bubulus Kubo, 1949 Penaeus carinatus Dana, 1852 Penaeus coeruleus Stebbing, 1905 Penaeus durbani Stebbing, 1917 Penaeus semisulcatus exsulcatus Hilgendorf, 1879 Penaeus tahitensis Heller, 1862		
Nombres comunes	Camarón jumbo, camarón tigre		
Fecha de evaluación	16/12/2016		
Introducción o AR de especie ya presente en el país?	Si	Referencia	Gracia et al. 2011
Evaluador	Arnold Fonseca		
Institución	INVEMAR		
PREEVALUACION			
Ambito del AR Nacional			Siguiente
Existen AR previos desarrollados bajo el mismo método relevante a nivel nacional? No			Siguiente
El AR previo es válido aún? No			Siguiente
El organismo a evaluar es claramente una entidad taxonómica única identificable de otras entidades del mismo rango? Si			Siguiente
La especie cuenta con amplia información ecológica A nivel internacional			Siguiente
La especie ha sido reportada como invasora en otros países? Si			Evaluar
RIESGO DE ESTABLECIMIENTO			
Estado de confinamiento La especie estará confinada en encierros dentro del medio marino y por lo tanto con un mayor riesgo de contaminar el medio natural			15
Antecedentes de invasión en ecosistemas tropicales La especie está reportada como establecida (con poblaciones autosostenibles) en ecosistemas tropicales y con altos impactos negativos. Y ha superado la generación F2.			15
Antecedentes de invasión La especie ha sido reportada como invasora en otros países o regiones (listas oficiales actualizadas)			15
Procedencia de la especie La especie proviene de un lugar donde fue introducida			15



Uso de hábitat La especie depende de varios tipos de hábitat como ecosistemas: pastos, corales, manglar, litorales o arrecifes rocosos, fondos blandos, entre otros, para completar su ciclo de vida	10
Estado del lugar donde se hará la introducción El lugar donde se piensa introducir la especie, está alterado en sus componentes funcionales o estructurales, lo que no le permite tener buena resiliencia	10
Oportunismo en ambientes perturbados La especie prospera y se beneficia de ambientes perturbados	10
Ajuste climático El grado de similitud climática entre las áreas nativas y donde se introduce es alto	15
Amplitud relativa de tolerancia fisiológica La especie puede vivir en amplios rangos de variables fisicoquímicas del medio (e.g. eurihalino, euritermo, euribático, eurifoto, eurifagio, entre otros)	15
Tipo de Reproducción La especie presenta reproducción sexual	5 - -
Frecuencia reproductiva La especie se reproduce mas de 1 vez al año	15
Período de reproducción La especie madura en un año o menos	15
Fertilidad La especie presenta alta fertilidad	15
Abundancia/extensión (en Colombia) La especie está detectada en ambientes naturales, pero no hay información sobre abundancia	15
Mortalidad No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores	15
Tiempo de dispersión de la larva, espora, huevo o semilla La especie presenta larvas planctotróficas de vida corta	10



Adaptaciones de cuidado parental	
La especie no presenta actividades parentales que optimizan la supervivencia de su descendencia	5
Supervivencia	
La especie presenta alta supervivencia en adultos	15
Estrategias de vida	
La especie tiene estrategia de vida r	15
Capacidad de dispersión (animal)	
La especie es capaz de dispersarse por cuenta propia (i.e. gran capacidad natatoria)	15
Vías de dispersión	
La especie presenta dispersión intencional antrópica (i.e. especies de interés comercial)	10
Longevidad	
La especie vive entre 2 y 10 años	10
Categorías tróficas	
La especie es carnívora	15
Capacidad de producir compuestos químicos que eviten depredación (p.a. alelopáticos, toxinas)	
No	5
Competencia por función trófica	
En la región de introducción se encuentran especies con el mismo gremio trófico	5
Posibles depredadores	
En la región de introducción no se encuentran especies que pueden llegar a ser fuertes depredadores de la especie a introducir	15
IMPACTO	
Impacto potencial sobre el espacio de las especies nativas	
La especie puede generar fuerte competencia por espacio de refugio o debida al aumento de densidad por éxito reproductivo, con las especies nativas	15
Impacto potencial sobre las especies nativas: riesgo de hibridación	
Existen especies nativas del mismo género que puedan hibridizar con la especie a introducir	15



El ambiente
es de todos

Minambiente

Impacto potencial sobre el estado físico y funcional de las especies nativas La especie produce sustancias tóxicas y/o porta patógenos y/o posee estructuras morfológicas que pueden afectar física y/o funcionalmente especies nativas	15
Impacto potencial sobre las especies nativas fundamentales Las especies nativas fundamentales y/o vulnerables pueden decrecer o ser eliminadas por la especie a introducir	15
Impacto potencial sobre la funcionalidad de los hábitats o ecosistemas La especie puede modificar la estructura o funcionalidad de los hábitats o ecosistemas de introducción	15
Impacto potencial sobre los hábitats o ecosistemas importantes para la conservación Existe riesgo alto de que la especie colonice hábitats o ecosistemas estratégicos o prioritarios para la conservación	15
Impacto potencial sobre recursos de importancia económica Existe riesgo alto de que la especie afecte recursos de importancia económica	15
Impacto potencial sobre infraestructura Existe riesgo bajo de que la especie afecte algún tipo de infraestructura	5
Impacto potencial sobre sitios turísticos Existe riesgo bajo de que la especie afecte actividades o sitios turísticos	5
Impacto potencial a la salud humana Existe riesgo alto de que la especie transmita enfermedades, parásitos, patógenos, etc.	15
Impacto potencial físico a los seres humanos La especie produce sustancias tóxicas y/o posee estructuras morfológicas que puedan afectar a los humanos	15
Respecto a las especies nativas y sus paquetes tecnológicos No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores	15
Impacto potencial social o cultural Existe riesgo bajo de que la especie afecte negativamente los hábitos socioculturales presentes en la zona de introducción	5
MANEJO	
Objetivo de introducción La especie se introducirá con fines comerciales	15
Medidas de control existentes a nivel nacional o internacional No existen medidas de control relacionadas	15
Efectividad de las medidas de control No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores	15



Características de la especie que pueden interferir en el manejo No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores	15
Tiempo requerido para la implementación de las medidas de manejo y control No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores.	15
Impacto potencial del manejo sobre la biodiversidad No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores	15
Impacto potencial del manejo sobre áreas protegidas No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores	15
Legislación: capacidad de implementación El país o región de análisis tiene regulación específica para garantizar las medidas de control	5
Costos de implementación de las medidas de manejo y control (i.e. económicos, humanos o técnicos) No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores	15
Impacto potencial socioeconómico de las medidas y técnicas de manejo y control No existe información suficiente para optar entre alguna de las opciones anteriores	15

ANALISIS	Valor %	Puntaje	RIESGO	INTRODUCCION	RESPUESTA
Riesgo de establecimiento	60	1100-1500	Alto	Prohibida	1272
Impacto	20	700-1100	Medio	Mayor análisis	
Manejo	20	400-700	Bajo	Es posible	
Total	100				
INCERTIDUMBRE	>	60%		Mayor análisis	19 %
	<			Aceptable	

Como se puede observar el resultado de la evaluación muestra que para *Penaeus monodon* el puntaje final fue de 1272 puntos con una incertidumbre del 19%, lo que corrobora que es una especie con un alto riesgo de establecimiento, se reproduce con éxito, y tiene una probabilidad de supervivencia continua. De acuerdo con el análisis sus poblaciones se auto mantienen peligrosamente en este caso en el Caribe Colombiano.

De acuerdo con estos resultados y a todas las evidencias científicas evaluadas, El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible busca a través del presente documento brindar estrategias que integren una respuesta rápida para el manejo y control de *Penaeus monodon* en función de las prioridades determinadas tanto por las amenazas como por la biodiversidad en riesgo.



6. ACCIONES PARA EL CONTROL Y MANEJO DEL CAMARÓN TIGRE GIGANTE

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MINAMBIENTE- a través la Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos –DAMCRA– busca con el presente documento presentar acciones para la prevención, el manejo y control del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) en el Caribe Colombiano, y por consiguiente lograr aportar a la conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad del país.

6.1 Alcance

El presente documento se plantea como una guía, dirigida a técnicos y profesionales de entidades ambientales o áreas afines, para el manejo y control de camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) en el Caribe colombiano. Compuesta por una revisión bibliográfica de la especie, así como los resultados de investigaciones realizadas en los últimos años por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” INVEMAR y las recomendaciones del taller “*Diagnostico en prevención, control y manejo de camarón tigre gigante (Penaeus monodon); especie invasora marina del Caribe de Colombia*”, llevado a cabo los días 29 y 30 de septiembre del 2016, en la ciudad de Santa Marta, Magdalena.

6.2 Principios generales

- *Penaeus monodon* tiene efectos adversos sobre la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, y las actividades económicas productivas.
- Las fronteras o límites políticos no impiden la entrada y dispersión de *Penaeus monodon*
- Las alteraciones en la estructura y composición de las poblaciones silvestres y la degradación de la integridad de los ecosistemas acuáticos generan condiciones propicias para las invasiones biológicas.
- Ante la amenaza que representa la sinergia entre el cambio climático y las especies invasoras, con efectos hasta ahora poco estudiados, debe prevalecer el principio precautorio y la visión a largo plazo.
- Para enfrentar la invasión de *Penaeus monodon* es necesario acciones eficientes de prevención y detección temprana para reducir intervenciones costosas de erradicación, contención o mitigación de sus efectos.
- Las acciones de prevención, control y erradicación de *Penaeus monodon* no sólo deben llevarse a cabo en las áreas protegidas, sino en todas las regiones del país.

- La erradicación de *Penaeus monodon* requiere monitoreo y acciones de restauración de la integridad ecológica para evitar reintroducciones.
- El control y manejo de *Penaeus monodon* se debe realizar de manera integral, tomando en cuenta que afectan a los ecosistemas y no sólo a unos elementos de estos.
- Considerando que *Penaeus monodon* tienen la capacidad de adaptarse rápidamente a sus nuevos ambientes, las estrategias para su manejo deben revisarse y adecuarse de manera periódica.
- Para enfrentar el problema de *Penaeus monodon* es imprescindible que quienes toman las decisiones cuenten con información accesible, basada en el conocimiento científico más actualizado.
- Una sociedad bien informada y concientizada tendrá más y mejores capacidades para participar en la solución del problema.

6.3 Finalidad

Brindar herramientas procedimentales para hacer frente a la amenaza del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) presente en Colombia, estableciendo acciones y estrategias que integren la detección, la respuesta rápida, el manejo y control en función de las prioridades determinadas tanto por las amenazas como por la biodiversidad en riesgo, para mantener la salud de los ecosistemas y, en consecuencia, el bienestar social y económico de cada región (Figura 11).

Para lograrlo, se establecieron cinco acciones transversales de trabajo:

1. Fomentar la inclusión de un plan para el manejo, control y vigilancia de la especie invasora marina *Penaeus monodon*, en los planes de acción de las autoridades ambientales costeras.
2. Promover el desarrollo de capacidades técnicas, humanas e institucionales en la región Caribe para el fortalecimiento comunitario en materia de conocimiento de la especie invasora marina *Penaeus monodon*.
3. Desarrollar sistemas para el manejo y control del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) integrando mecanismos de obtención, intercambio, manejo y acceso de la información científica y de saberes tradicionales a nivel local y regional.
4. Fomentar sistemas de participación y divulgación de la información para el manejo, control y vigilancia de la especie invasora marina *Penaeus monodon*, que aporte en la conservación de las especies y ambientes nativos, así como sus servicios ecosistémicos.
5. Fortalecer los mecanismos de gestión de la información a nivel nacional para mejorar el entendimiento sobre las invasiones del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) y propiciar la constitución de redes de información que garanticen el acceso efectivo de los ciudadanos a las misma.



El ambiente
es de todos

Minambiente



Figura 11. Componentes de manejo y control de *Penaeus monodon*



Las acciones precautorias para el control y manejo son de extrema importancia en el contexto de las invasiones biológicas, ya que las acciones a tomar tienen mayor efectividad y menor costo antes que el problema sea constatado en la práctica. Llegado ese punto, la invasión puede ser irreversible, así como sus impactos sobre el ambiente. Por consiguiente, se presenta una propuesta de acciones dirigidas al manejo y control del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*)

- 1. Inclusión de acciones estratégicas y de gestión en instrumentos de planificación:** con esta acción se busca aumentar la capacidad territorial para el manejo de la especie invasora marina *Penaeus monodon*, presente en el Caribe colombiano, mediante su inclusión en los planes de acción de las diferentes autoridades ambientales, esto permite emprender acciones concretas desde diferentes frentes entre ellos; la asignación de recursos económicos para su monitoreo y control, asignación de personal técnico calificado, desarrollo de campañas de sensibilización, entre otros. Además, permitirá el desarrollo de medidas específicas para reducir o eliminar prácticas no sustentables (o que pueden causar daños al ambiente) en sectores productivos, como la acuicultura, el comercio de especies de ornato, que son algunas de las principales vías de introducción de las especies invasoras marinas, en el Caribe colombiano.
- 2. Desarrollo de capacidades técnicas, humanas e institucionales:** esta acción transversal permitirá la protección de los recursos naturales y los ecosistemas vulnerables de importancia nacional, a través del establecimiento de prioridades (desarrollo de competencias en materia de invasiones biológicas), el diseño de herramientas para la toma de decisiones, el fortalecimiento de la capacidad institucional y la inclusión de la sociedad y colaboradores (actores específicos del sector productivo), cuya participación es crítica en relación con actividades de prevención y control. La coordinación de todos los sectores, guiados por una estrategia consensuada permitirá consolidar un sistema efectivo de prevención, control y erradicación para *Penaeus monodon* y reducir significativamente los impactos negativos de esta especie en los ecosistemas marinos.
- 3. Desarrollo de sistemas de manejo, control y vigilancia:** cualquier acción diseñada y coordinada desde la autoridad ambiental, local o regional, para el manejo de la especie invasora marina *Penaeus monodon* deben basarse en información científica de la más alta calidad, además de integrar el conocimiento tradicional y local ya que constituyen un amplio acervo de conocimientos prácticos acumulados necesarios para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. Los conocimientos tradicionales, la identidad y las prácticas de las comunidades indígenas y locales son, según el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, parte del sistema de vida que permiten la conservación y la utilización sostenible de la biodiversidad. Por ello se deberán fortalecer los mecanismos de obtención, intercambio, manejo y acceso de información a nivel nacional para un mejor entendimiento

sobre las invasiones biológicas, los impactos que ocasionan y los procesos de restauración, así como mejorar prácticas productivas y fomentar el uso de especies nativas.

4. **Desarrollo de sistemas participación y divulgación:** esta acción transversal se encuentra dirigido a toda la comunidad que habita la zona costera del Caribe colombiano, así como a productores, comercializadores y consumidores de productos pesqueros, y tiene como objetivo crear conciencia social sobre los riesgos asociado a la propagación de *Penaeus monodon*, el propósito es resaltar la importancia que tiene la prevención, el control y la erradicación de este tipo de especies, mediante la participación coordinada, proactiva y responsable de todos los actores sociales involucrados. El éxito de las acciones derivadas de esta estrategia depende no sólo de la actuación oportuna de las autoridades, sino del apoyo y cooperación de la sociedad. Es esencial que dichas actividades se apoyen en información actualizada y confiable que permita entender el contexto de la problemática y que sea accesible para los diferentes usuarios.

Adicionalmente, en el marco de esta estrategia transversal existen los lineamientos establecidos en la Constitución Política de 1991, los cuales estipulan que la conservación y uso sostenible de la biodiversidad de Colombia es responsabilidad de todos los ciudadanos. Además, el Ministerio del Medio Ambiente y las CAR desarrollarán e implementarán mecanismos para vincular de manera activa a la sociedad civil en el diseño y desarrollo de las actividades de prevención y control de las especies invasoras marinas. Estos impulsarán iniciativas de las comunidades y organizaciones locales y regionales respecto de la conservación, vigilancia y manejo sostenible de la biodiversidad. Las comunidades locales tendrán una amplia participación, especialmente en lo relacionado con la recolección, análisis y generación de conocimiento de los componentes de la biodiversidad.

5. **Gestión de la información:** es el desarrollo de estructuras tecnológicas o el fortalecimiento de las existentes para conjugar la información geográfica, social, ambiental y económica, con la información que se genera de *Penaeus monodon* en el Caribe colombiano; estos avances e intercambios de información que en un principio era competencia de aquellos sectores más implicados directamente en las regiones, hoy por hoy se han hecho extensibles a cualquiera área del territorio nacional sin ninguna excepción; La envergadura de esta nueva dimensión ha llevado a una implicación de los gobiernos de todos los países y a todas las escalas a promover y propiciar la constitución de redes de información que garanticen el acceso efectivo de los ciudadanos a las misma



6.3.1 Acción Transversal 1: Inclusión de acciones estratégicas y de gestión en instrumentos de planificación:



Promover la inclusión de *Penaeus monodon* en los Planes de Ordenamiento Ambiental y Manejo de la Unidad Ambiental Costera POMIUC, Planes de Manejo de ecosistemas Estratégicos (áreas protegidas, ciénagas y manglares) y los instrumentos de ordenamiento territorial departamental y municipal existentes; para atender los retos, vacíos, inconsistencias y debilidades que presenta la problemática de la invasión del camarón tigre gigante, además de promover la armonización de herramientas y la cooperación entre los diferentes sectores y entidades del orden regional y local.



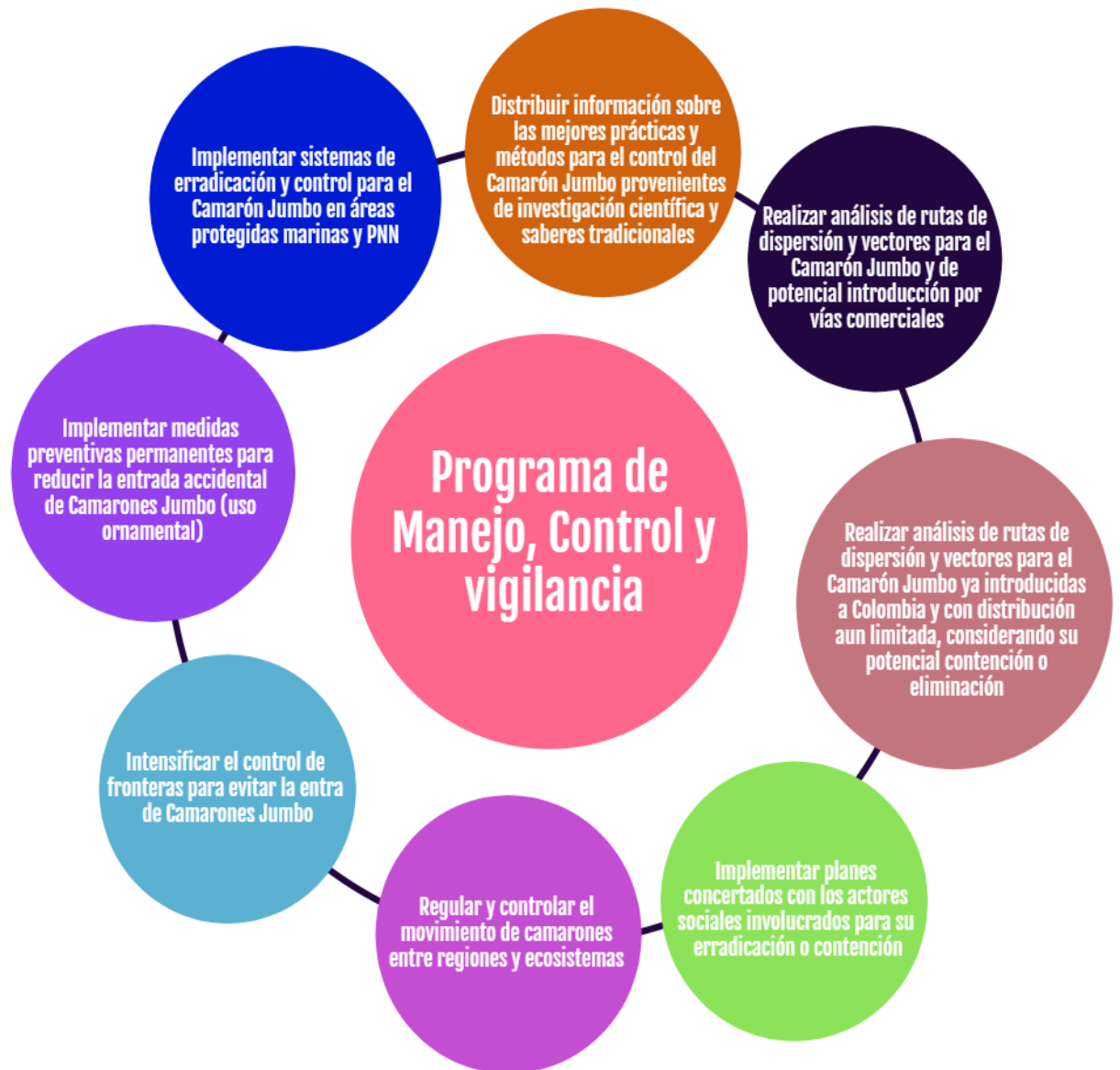
6.3.2 Acción Transversal 2: Desarrollo de capacidad científica y técnica



Las estrategias que se lleven a cabo deben estructurarse alrededor de la creación de capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales que fortalezcan las competencias de la región en materia de conocimiento del camarón tigre gigante, a través del monitoreo de la especie y su adecuada documentación temporal y espacial.



6.3.3 Acción Transversal 3: Programa de manejo, control y vigilancia.



La capacidad de atender los problemas causados por el camarón tigre gigante de una manera eficiente, transparente y armónica requiere desarrollar sistemas de manejo, control y vigilancia integrando información que garantice la conservación de las especies y ambientes nativos, así como sus servicios ecosistémicos

6.3.4 Acción Transversal 4: Participación y divulgación



La comunicación generara conciencia pública, la concientización sobre los impactos que puede generar el camarón tigre gigante en los diferentes ecosistemas claves de cada región es fundamental para su manejo y control. Es esencial que dichas actividades se apoyen en información actualizada y confiable que permita entender el contexto de la problemática y que sea accesible para los diferentes usuarios.

6.3.5 Acción Transversal 5: Gestión de la información



La participación ciudadana es la base de la gestión. Por ello se deberán fortalecer los mecanismos de obtención, intercambio, manejo y acceso de información a nivel nacional, la investigación científica que genere conocimiento para un mejor entendimiento sobre las invasiones del camarón tigre gigante, los impactos que ocasionan y los procesos de restauración.



7. PROGRAMA PARA EL MANEJO Y CONTROL DEL CAMARÓN TIGRE GIGANTE

Las acciones principales con las cuales se abordará el manejo de *Penaeus monodon* en Colombia son las siguientes:

Prevención: Se busca evitar nuevas introducciones (intencional o accidental) de camarones jumbo a las áreas o sectores donde aún no se reporte su presencia y en estaciones de producción acuícola. Si se logra evitar el establecimiento e invasión, la prevención es la estrategia que tiene la mejor relación costo-beneficio.

Detección temprana: Tiene como objetivo detectar la presencia de nuevos individuos o focos de *P. monodon* introducidos o establecidos recientemente, y se basa en un sistema de monitoreo e investigación en sitios o áreas de interés (vigilancia). La detección temprana constituye un paso fundamental para lograr erradicaciones o contenciones exitosas. Esta estrategia debe estar asociada a una respuesta rápida.

Control: Consiste en reducir la abundancia y/o acotar la distribución de una invasión. Implica intervenciones sostenidas en el tiempo. Esta es la estrategia para elegir cuando la erradicación no sea posible o conveniente o como primera etapa de manejo de una invasión. Un caso especial de control es la contención, cuya finalidad es restringir la dispersión de la especie invasora y mantener la invasión dentro de límites geográficos definidos.

Mitigación: Esta acción se implementará si el control no es posible, convenientes o han fallado al manejar a *Penaeus monodon*. A diferencia de la erradicación o el control, las acciones de mitigación no apuntan al manejo de la especie invasora, sino a él o los recursos que se desea proteger.

Cuando en un principio, la selección de las acciones mencionadas previamente no sea posible o conveniente, deberá evaluarse la alternativa de no intervención. Ante esta situación, se tendrá que verificar la conveniencia de implementar un plan de monitoreo de los impactos de la invasión.

Se recomienda realizar un manejo en etapas, comenzando con intervenciones en superficies reducidas. La estrategia de manejo se podrá ir definiendo a partir de los resultados y de los conocimientos adquiridos en las primeras etapas. A partir de la evaluación de los resultados del manejo en superficies más reducidas, se podrá definir la estrategia definitiva y se ajustará la escala temporal y espacial de los proyectos.

Participación: Se buscará la participación efectiva de las comunidades locales, las organizaciones intermedias, las ONGs y otros interesados y afectados durante todas las etapas de la implementación de las acciones sugeridas en este documento para el manejo y control del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) en el caribe colombiano



7.1 Sobre el manejo de *Penaeus monodon*

Los efectos de una invasión biológica deberán ser evitados o mitigados para proteger la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos asociados, además de las relaciones culturales y sociales de Colombia.

El manejo de *Penaeus monodon* deberá basarse en el principio de precaución según la Ley 1523 de 2012: una especie exótica será considerada como potencialmente perjudicial a menos que existan antecedentes o información científica confiable que acrediten lo contrario. La falta de certidumbre científica acerca de las diversas consecuencias de una invasión no deberá utilizarse para aplazar o evitar tomar medidas adecuadas “**ÉL PRINCIPIO PRECAUTORIO O CAUTELAR**

*La esencia del principio o enfoque cautelar, que aparece en la ley 1523 de 2012 se encuentran en su numeral 8. **Principio de precaución:** Cuando exista la posibilidad de daños graves o irreversibles a las vidas, a los bienes y derechos de las personas, a las instituciones y a los ecosistemas como resultado de la materialización del riesgo en desastre, las autoridades y los particulares aplicarán el principio de precaución en virtud del cual la falta de certeza científica absoluta no será óbice para adoptar medidas encaminadas a prevenir, mitigar la situación de riesgo. 9. **Principio de sostenibilidad ambiental:** El desarrollo es sostenible cuando satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de los sistemas ambientales de satisfacer las necesidades futuras e implica tener en cuenta la dimensión económica, social y ambiental del desarrollo. El riesgo de desastre se deriva de procesos de uso y ocupación insostenible del territorio, por tanto, la explotación racional de los recursos naturales y la protección del medio ambiente constituyen características irreductibles de sostenibilidad ambiental y contribuyen a la gestión del riesgo de desastres”*

Las acciones de vigilancia tendientes a la detección temprana en un estado de establecimiento incipiente y asociadas a una acción rápida pueden minimizar o evitar los costos económicos del control como así también los costos en términos de impacto ambiental negativo sobre valores (Braithwaite, 2000 en Harris *et al.*, 2001).

En los casos de invasiones con fuertes impactos y bien instaladas en el sistema, el éxito del manejo deberá evaluarse no sólo en términos de los cambios en la población blanco (reducción de los números y/o la superficie ocupada por *Penaeus monodon*), sino también en función de los cambios en las poblaciones nativas, en el hábitat, en el ecosistema y en el valor cultural o social que el control pretende beneficiar.

Las acciones de planificación, ejecución y evaluación para *Penaeus monodon* se realizará en el marco del manejo adaptativo, que integra la elaboración, la implementación y el monitoreo, adoptando mecanismos de participación en las distintas etapas de éste.

Los objetivos, las estrategias, los métodos y las escalas temporales y espaciales de las acciones presentes en este documento deben ser evaluados periódicamente, en función de los resultados de la ejecución de las acciones de manejo.

Idealmente se implementarán experiencias de manejo “piloto” en espacios geográficos reducidos, para evaluar la factibilidad ambiental y la efectividad del o los métodos de manejo preseleccionados, antes de implementarlos a escalas más extensivas de manejo.

Las acciones que se utilicen para el manejo de *Penaeus monodon*, deberán ser ampliamente conocidos por las autoridades ambientales y se debe dar difusión a la sociedad. Del mismo modo, se deberán planificar y ejecutar programas de capacitación, entrenamiento e investigación que permitan implementar en forma adecuada los lineamientos y protocolos. Generalmente existen conocimientos locales relevantes para la definición o el tratamiento del problema de invasión de *Penaeus monodon*. Estos conocimientos deberán ser incorporados a la planificación del manejo. Durante la etapa de planificación y manejo de *Penaeus monodon* se deberá recabar, mediante métodos estandarizados, la información mínima sobre distribución y abundancia relativa de la especie para que la misma permita realizar un correcto dimensionamiento del problema y de los recursos necesarios y definir la estrategia a utilizar. Esta información debe permitir la posibilidad de construir índices de abundancia poblacional que comparativamente, aplicados durante el período pre y post manejo, permitan determinar la existencia de cambios estadísticamente sólidos sobre la tendencia en el tamaño poblacional.

El control de *Penaeus monodon* podría afectar al ecosistema entero, en estos casos, previo a la intervención, deberían realizarse supuestos de las posibles respuestas del ecosistema y establecer sistemas de monitoreo acordes. Algunos de los efectos sobre poblaciones o ecosistemas podrían no ser anticipados, entonces, el monitoreo de los resultados será crucial en el marco del manejo adaptativo.

8. REFERENCIAS

- Acero, L. C. P. (2010). Dirección estratégica. Ecoe Ediciones.
- Aguado, G.N. y J. Sayegh. 2007. Presencia del camarón tigre gigante *Penaeus monodon* (Crustacea, Penaeidae) en las costas del estado Anzoátegui, Venezuela. Bol. Inst.Oceanogr. Venezuela, 46 (2): 107–111.
- Aguirre-Pabón, J.C., B. Orozco and J.C. Narváez. 2015. Genetic status, source and establishment risk of the giant tiger shrimp (Penaeidae: *Penaeus monodon*), an invasive species in Colombian Caribbean waters. Acta Biol. Colombia., 20(1):119-129.
- Altuve, D.E., L.A. Marcano, J.J. Alió y J.P. Blanco-Rambla. 2008. Presencia del camarón tigre *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) en la costa del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. Memorias de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 68: 83–92.
- Álvarez-León, R. & F. de P. Gutiérrez-Bonilla. 2007. Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y trasplantados de Colombia: antecedentes, efectos y perspectivas. Rev. Acad. Colombia. Ciencia. 31(121): 557-574, ISSN 0370-3908.
- Álvarez-León, R. 2009. Asociaciones y patologías en los crustáceos dulceacuícolas, estuarinos y marinos de Colombia: aguas libres y controladas. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 33(126): 129-144, 2009. ISSN 0370-3908.
- Area, D. N. P., López, B. M., Llorente, M. G., Alcorlo, P., & Montes, C. (2007). El valor económico como indicador de la amenaza de las especies invasoras. El caso de los Parques Nacional y Natural de Doñana. Invasiones biológicas: un factor del cambio global EEI 2006 actualización de conocimientos, p40.
- Atencio, M., R. Morán y J. Jurado. 2006. Presencia de *Penaeus monodon* (Crustacea: Decapoda:Penaeidae) en aguas del Golfo de Venezuela. 160-161. En: III Congreso Colombiano de Acuicultura. Universidad Magdalena, Santa Marta.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1, 1-10.
- Baptiste, M. P., Castaño, N., Cárdenas López, D., Gutiérrez, F. D. P., Gil, D., & Lasso, C. A. (2010). Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia.
- Benson, A. M., P. L Fuller & J. C. Colette. 2001. Summary Report of nonindigenous aquatic species in U.S.A. Fisheries and Wildlife Services-Region 4. US Geological Survey. Florida (USA).

- Bonilla, F. D. P. G. (2006). Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.
- Boschi, E.E., 1974 Desarrollo larval y cultivo del camarón comercial de Argentina (*Artemesia longinaris*) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Simposio FAO/CARPAS sobre Acuicultura en América Latina, Montevideo.
- Campuzano Ruíz, A. (1992). Tecnologías audiovisuales y educación. Una vision desde la práctica. Madrid: Ediciones Akal.
- Cárdenas T.J., Baptiste M.P, Ramírez W. Y Aguilar G.M. (Eds.) 2015. Herramienta de decisión para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 152 pp.
- Castro-Longoria, R., Quintero-Arredondo, N., Grijalva-Chon, J. M., & Ramos-Paredes, J. (2008). Detection of the yellow-head virus (YHV) in wild blue shrimp, *Penaeus stylirostris*, from the Gulf of California and its experimental transmission to the Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*. *Journal of fish diseases*, 31(12), 953-956.
- Chan, T.Y. 1998. Shrimps and prawns. In: FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific (eds. Carpenter K.E., Niem V.H.), pp. 851– 971. FAO, Rome.
- Chang, P.S., H.C. Chen and Y.C. Wang. 1998. Detection of white spot syndrome associated baculovirus in experimentally infected wild shrimp, crab and lobsters by in situ hybridization. *Aquaculture*, 164: 233-242.
- Chapin III FS, Zavaleta ES, Eviner VT, Naylor RL, Vitousek PM, Reynolds HL, Hooper DU, Lavorel S, Sala OS, Hobbie SE, Mack M & Díaz S (2000) Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Chapman, A. (2004). Análisis DOFA y análisis PEST. Accesible en: <http://www.degerencia.com/articulos.php>.
- Cintra, I.H.A., K.S. Paiva, M.D.N. Botelho and K.C.A. Silva. 2011. Presence of *Penaeus monodon* in the continental shelf of the State of Pará, Northern Brazil (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Revista de Ciencias Agrarias. Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 54(3): 314–317, <http://dx.doi.org/doi:10.4322/rca.2012.028>.

- Coelho, P.A., M.C.F. Santos y M. Ramos-Porto. 2001. Ocorrência de *Penaeus monodon* Fabricius, 1798 no litoral dos estados de Pernambuco e Alagoas (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Boletim Técnico Científico CEPENE, 9(1): 149–15
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Correa, J. A. (2010). El Método DOFA, Un Método Muy Utilizado Para Diagnóstico De Vulnerabilidad Y Planeación Estratégica. *El Prism*, 1-7.
- Dall, W., Smith, D. M., & Moore, L. E. (1991). Biochemical composition of some prey species of *Penaeus esculentus* Haswell (Penaeidae: Decapoda). *Aquaculture*, 96(2), 151-166.
- Dorado-Roncancio, J., Ahrens, M. J., Sánchez, M. L., Rodríguez, C. A., & Vidal, L. A. (2011). Biodiversidad exótica: presencia de especies marinas no-nativas introducidas por el tráfico marítimo en puertos colombianos. *Biota colombiana*, 12(2).
- Ehrenfeld, J.G. 2010. Ecosystem Consequences of Biological Invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 41(1): 59-80.
- FAO. 2007. Improving *Penaeus monodon* hatchery practices. Manual based on experience in india. FAO Fisheries Technical Papers T446. Rome, FAO.
- FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp.
- Fenucci, J. L. (1988). Manual para la cría de camarones peneidos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Franco, A., Baptiste, M. P., Díaz, J., & Montoya, M. (2015). Plan Nacional para la Prevención, el Control y Manejo de las Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras: Diagnóstico y Listado Preliminar de Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras en Colombia, Bogotá [En línea]: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; 2011
- Fuller, P. L., Knott, D. M., Kingsley-Smith, P. R., Morris, J. A., Buckel, C. A., Hunter, M. E., & Hartman, L. D. (2014). Invasion of Asian tiger shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius, 1798, in the western north Atlantic and Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions*, 9(1), 59-70.
- Gaertner, M., Fisher, J., Sharma, G., y Esler, K. 2012. Insights into invasión and restoration ecology: Time to collaborate towards a holistic approach to tackle biological invasions. *NeoBiota*, 12:57-76.

- Giménez-Hurtado, E., L. Pérez, J.J. Ceballos, I. Fraga-Castro, R. Jiménez-Cabrera, D. Cabrera-Vilaon y A. Moreno-Urquiza. 2013. Capturado el camarón tigre *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) en las costas de Cuba. *El Bohío Boletín electrónico*, 3(2): 28–32.
- Gracia, A., Medellín-Mora, J., Gil-Agudelo, D.L. y V. Puentes (eds.). 2011. Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 23. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 136 p.
- Herrera Corona, L., Maldonado Berea, G. A., & Mendoza Zaragoza, N. E. (2007). Metodología para el diseño de material didáctico en plataforma de e-learning. In I Congreso Internacional Escuela y TIC. IV Forum Novadors (pp. 1-14).
- Hobbelink, H. (1992). La Cumbre de la Tierra: ¿un éxito o un fracaso? *Anuario internacional CIDOB*, 411-418.
- Hooper DU, Chapin III FS, Ewel JJ, Hector A, Inchausti P, Lavorel S, Lawton JH, Lodge DM, Loreau M, Naeem S, Schmid B, Setälä H, Symstad AJ, Vandermeer J & Wardle DA (2005) Effects of Biodiversity on Ecosystem Functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3-35.
- Hubbs, C. L. 1955. Hybridization between fish species in nature. *Syst.Zool.*, 4(1): 1-20
- Hughes, D.A. 1966. Investigations of the “nursery areas” and habitat preferences of juvenile penaeid prawns in Mozambique. *J. Appl. Ecol.*, 3(2): 349-354.
- Hulme, PE. 2006. Beyond control: wider implications for the management of biological invasions. *J. Appl. Ecol.*, 43: 835-47.
- INVEMAR-MADS, 2013. Convenio Interadministrativo 57. Elementos técnicos y generación de capacidad para el ordenamiento, conservación y manejo de los espacios y recursos marinos, costeros e insulares de Colombia. Código: ACT-VAR-001-013. 153 p
- INVEMAR-MADS, 2014. Convenio Interadministrativo 190. Elementos técnicos que permitan establecer medidas de manejo, control, uso sostenible y restauración de los ecosistemas costeros y marinos del país. Código: ACT-BEM-001-014
- INVEMAR-MADS, 2017. Resolución No. 646 de 2017. Formulación de lineamientos, medidas de conservación, manejo y uso de ecosistemas marinos y costeros, con la intención de apoyar acciones de fortalecimiento en la gestión ambiental de las zonas costeras de Colombia 193 p
- INVEMAR. 2013. Convenio Interadministrativo No. 57 de 2013 entre el MINAMBIENTE y el INVEMAR: *Elementos Técnicos y Generación de Capacidad para el Ordenamiento*,

Conservación y Manejo de los Espacios y Recursos Marinos, Costeros Insulares de Colombia.
Código: ACT-VAR-001-013. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andréis”

- INVEMAR. 2013a. Evaluación de recursos pesqueros clave y medidas de manejo sugeridas para el Comité Ejecutivo de la Pesca. Concepto Técnico (CPT-VAR 013-13). Santa Marta, 53p.
- INVEMAR. 2014. Convenio Interadministrativo No. 190 de 2014 entre el MINAMBIENTE y el INVEMAR: *Elementos Técnicos que Permitan Establecer Medidas de Manejo, Control, Uso Sostenible y Restauración de los Ecosistemas Costeros y Marinos del País*. Código: ACT-BEM-001-014. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andréis”
- INVEMAR-MADS, 2016. Resolución No. 478 de 2016. Componente 6. 67 p + Anexos.
- Knott, D.M., P.L. Fuller, A.J. Benson and M.E. Neilson. 2012 *Penaeus monodon*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. <http://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?SpeciesID=1209>
- Kongkeo, H. 2005. Cultured Aquatic Species Information Programme – *Penaeus monodon*. Culture Aquatic Species Fact Sheets. FAO – Rome. www.fao.org/figis/servlet/static. 03/07
- Lafuente Ibáñez, C., & Marín Egoscóabal, A. (2008). Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (64).
- Leão, T.C.C., W.R. Almeida, M. Dechoumy S.R. Ziller. 2011. Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Recife, PE. p. 33.
- MANJARRÉS L., L. DUARTE, J. ALTAMAR, F. ESCOBAR, C. GARCÍA, F. CUELLO. 2008. Efectos del uso de dispositivos reductores de pesca acompañante en la pesquería de camarón del Mar Caribe de Colombia. *Rev. Ciencias Marinas*. 34 (2): 223-238 p.
- McNeely J.A., Money H.A., Neville L.E., Scchei P. y Waage J.K. (Eds). 2001. A Global strategy on invasive alien species. UICN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK., in collaboration with the Global Invasive Species Programme.
- Mendoza, J. E., Amaya, J. D., Terán, P., Ramos, A., Vargas, N., Cediél, M., & Beltrán, F. (2012). Política Nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos– PNGIBSE. *Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenibl*, 1-134.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being. A framework for assessment. Island Press. Washington, DC. 137 pp.

- MINAMBIENTE. 2011. Plan Nacional para la Prevención, el Control y Manejo de las Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras: Diagnóstico y Listado Preliminar de Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras en Colombia, Bogotá [En línea]: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; 2011
- MINCOMERCIO, 2014. Hacia la sostenibilidad y competitividad de la acuicultura colombiana. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Programa de Transformación Productiva - PTP, Bogotá, Colombia. 185 pp.
- Nagaraju, G. P. C. (2011). Reproductive regulators in decapod crustaceans: an overview. *Journal of Experimental Biology*, 214(1), 3-16.
- Ojasti, J. 2001. Especies exóticas invasoras. Estrategia regional de biodiversidad para los Países del Trópico Andino. Convenio de Cooperación Técnica ATN/JF-5887-RG CANBID. Caracas (Venezuela), 63 p.
- Ortigón, E. Pacheco, J. A, Prieto. 2005. Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas (Vol. 42). United Nations Publications.
- PÁRAMO, J y U. SAINT-PAUL. 2010. Morphological differentiation of southern pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* in Colombian Caribbean Sea. *Aquatic Living Resources*. 23: 95–101.
- PÁRAMO, J, N. CORREA Y E. EGURROLA. 2006. Dinámica de la pesquería del camarón de aguas someras (*Farfantepenaeus notialis*) (Pérez Farfante, 1967), en el Caribe colombiano. Informe Final Proyecto Valoración biológico-pesquera y ecológica de la pesca industrial de arrastre camaronero e impacto de la introducción de dispositivos reductores de fauna acompañante, en el Mar Caribe colombiano. Universidad del Magdalena. Santa Marta.
- Rodríguez, M. (1994). El desarrollo sostenible ¿Utopía o realidad para Colombia? la política ambiental de fin de siglo, una agenda para Colombia. CEREC (Eds). Colombia. Bogotá. pp. 15-43
- Sandoval, L. A., Leal-Florez, J., Taborda, A., & Vásquez, J. G. 2014. Spatial distribution and abundance of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798), in the Gulf of Urabá (Caribbean), Colombia, South America. *BioInvasions Record*, 3(3).
- Santos, M.C.F. y P.A. Coelho. 2002. Especies exóticas de camarões peneídeos (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798 e *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) nos ambientes estuarínoe marinho do nordeste do Brasil. *Boletim Técnico Científico CEPENE*, 10(1): 209–222.

- Schlusberg, E. & Harward, V. J. (1992). Multimedia: Informational alchemy or conceptual typography? In Edward Barrett (Ed.). Sociomedia: Multimedia, hypermedia, and the social construction of knowledge, pp. 95-106. Cambridge: MIT Press.
- Schwartz, F.J. 1972. World literature of fish hybrids with analysis by family, species and hybrids. Gulf Coast Res. Lab. Mus. Publ. (3): 1-328
- Schwindt, E., & Bortolus, A. (2017). Aquatic invasion biology research in South America: Geographic patterns, advances and perspectives. Aquatic Ecosystem Health & Management, 20(4), 322-333.
- Strayer, D.L. 2012. Eight questions about invasions and ecosystem functioning. Ecology letters, 15:1199-210.
- Su, M.S. and I.C. Liao. 1986. Distribution and feeding ecology of *Penaeus monodon* along the costal of Tungkan, Taiwan. 207-210. En: Maclean, J.L., L.B. Dizon and L.V. Hosillos (Eds.). The first Asian fisheries forum. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
- Tavares, M. y J. Braga. 2004. Introdução de crustáceos decápodes exóticos no Brasil: Uma roleta ecológica. 59-76. En: Salles, J. y R.S. Corrêa (Eds.). Água de lastro e bioinvasão. InterCiência, Rio de Janeiro.
- Thomas, M. M. (1972). Food and feeding habits of *Penaeus monodon* Fabricius from Korapuzha estuary. Indian Journal of Fisheries, 19(1&2), 202-204.
- Thomas, M. M. (1972). Food and feeding habits of *Penaeus monodon* Fabricius from Korapuzha estuary. *Indian Journal of Fisheries*, 19(1&2), 202-204.
- UICN (2019). Guía para la planificación y gestión de especies invasoras en islas. Cambridge, Reino Unido y Gland, Suiza: UICN. viii + 43pp
- UICN, Unión Mundial para la Naturaleza, 1999. Recomendaciones. Especies Invasoras Exóticas. Cuarta Reunión del Organo Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (Montreal, Canadá, del 21 al 25 de junio de 1999)
- Ziller, S., Zalba, S., & Zenni, R. (2007). Modelo para el desarrollo de una estrategia nacional para el manejo de especies exóticas invasoras. *Programa de Especies Exóticas Invasoras para Sudamérica. The Nature Conservancy. Programa Global de Especies.*

Normativa

- Ley 165 de 1994. Por medio de la cual se aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.
- Decreto 2820 de 2010. “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales” Disponible en:

<http://www.anla.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=991&conID=807> (consulta: 02 de marzo de 2018)

- Decreto-Ley 2811 de 1974. “Por el se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente” Disponible en:

<http://www.alcaldia-bogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551> (consulta: 1 de marzo de 2018).

- Ley 99 de 1993. “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones”. Disponible en:

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297> (consulta: 30 mayo de 2018).

- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). 2012. *Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad*. Resolución 1517 de 2012. Disponible en:

<https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=886&conID=1389> (consulta: 02 junio de 2018).