



MINISTERIO DE  
AMBIENTE Y ENERGÍA

GOBIERNO  
DE COSTA RICA

SISTEMA NACIONAL DE AREAS  
DE CONSERVACIÓN



INSTITUTO COSTARRICENSE  
PESCA Y ACUICULTURA

GOBIERNO  
DE COSTA RICA

***Plan de Manejo para el Aprovechamiento del Recurso  
Camarón de Cultivo *Litopenaeus vannamei* del Golfo de  
Nicoya comprendido en el Área de Conservación  
Arenal-Tempisque***



***Plan de Manejo para el Aprovechamiento de Recurso Camarón de Cultivo  
(*Litopenaeus vannamei*) del Golfo de Nicoya comprendido en el Área de  
Conservación Arenal-Tempisque.***

**Publicado por:** SINAC – Sistema Nacional de Áreas de Conservación INCOPECA – Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura

**Elaboración técnica:** Biólogo. MSc. Carlos Alvarado Ruiz, Biólogo MSc. Martín Méndez Hernández, Ingeniero Alexander León Campos, MSc. Jorge Pineda Gómez

**Seguimiento:** Alexander León Campos director del ACAT- SINAC; Carlos Alvarado Ruiz Dirección de Fomento Pesquero y Acuícola INCOPECA, Martín Méndez Hernández Jefatura Regional Chorotega INCOPECA. **Otros....**

**Citar como:** SINAC – INCOPECA. 2022. Planes de Manejo para el Aprovechamiento del Recurso Camarón de Cultivo (*Litopenaeus vannamei*) del Golfo de Nicoya comprendido en el Área de Conservación Arenal-Tempisque. 38 p

**Copyright:** © 2022. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) – Instituto de Pesca y Acuicultura (INCOPECA)

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido en este documento para fines no comerciales, siempre que se cite claramente la fuente. Prohibida su reproducción para fines comerciales.

Este documento fue preparado por funcionarios del SINAC e INCOPECA, en apoyo a los productores de camarón de camarón de las comunidades ubicadas entre Nispero y Colorado de Abangares en el Golfo de Nicoya.

**Agradecimientos:** A los grupos organizados de productores de camarón: Cámara de Productores de Camarón (CAPROCAM)



## ACRÓNIMOS

ACAT Área de Conservación Arenal-Tempisque  
ASP Área Silvestre Protegida  
IMAS Instituto Mixto de Ayuda Social  
INCOPECA Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura  
Ind. Individuo  
INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censo  
MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería  
MIDEPLAN Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica  
MINAE Ministerio de Ambiente y Energía  
PARCC Plan de Aprovechamiento de Recurso Camarón de Cultivo  
PGM Plan General de Manejo  
PNE Patrimonio Natural del Estado  
PT Peso Total  
SIG Sistema de Información Geográfica  
SINAC Sistema Nacional de Áreas de Conservación  
UCR Universidad de Costa Rica  
UNA Universidad Nacional de Costa Rica



## Contenido

|   |    |
|---|----|
| 1- INTRODUCCIÓN .....   | 7  |
| Justificación.....  | 7  |
| 2- METODOLOGÍA.....   | 8  |
| 3- CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS DEL ÁREA.....   | 8  |
| Ubicación del área de manejo del recurso camarón de cultivo.....  | 8  |
| Figura 1. Zonificación del humedal manglares de Colorado, San Buenaventura y Níspero, Golfo de Nicoya. Área de Conservación Arenal Tempisque..... | 10 |
| Uso actual del suelo.....   | 10 |
| Clima .....   | 11 |
| Composición de la Flora y la Fauna .....  | 12 |
| 4- CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DE LOS PRODUCTORES DE CAMARÓN Y POBLACION EMPLEADA EN LA ACTIVIDAD .....                                       | 13 |
| Indicadores distritales.....  | 13 |
| Caracterización de los grupos de productores de Camarón.....  | 13 |
| Jornada de Trabajo (Épocas de Producción) .....   | 14 |
| Ingresos .....  | 14 |
| 5- CARACTERISTICAS DEL RECURSO CAMARÓN DE CULTIVO .....   | 14 |
| 5.1 Habilidad y Biología del camarón de cultivo .....   | 14 |
| 5.2. Reproducción .....   | 15 |
| 5.3. Importancia socio-económica.....   | 16 |
| 5.4. Uso actual y estado del recurso .....  | 16 |
| 6- OBJETIVOS .....  | 17 |
| 6.1. Objetivo General .....   | 17 |
| 6.2. Objetivos Específicos .....  | 17 |
| 7- PROTOCOLO DE APROVECHAMIENTO .....   | 18 |
| Técnicas de engorde .....   | 18 |
| Preparación de estanques.....   | 19 |
| Secado y preparación de la unidad acuícola.....   | 20 |
| Drenado total .....   | 20 |
| Limpieza de los estanques .....   | 20 |
| Evaluación del estado del fondo de los estanques .....  | 21 |
| Aplicación de cal agrícola .....  | 21 |
| Llenado del estanque .....  | 22 |



|  |    |
|--|----|
| Uso de fertilizantes .....                                   | 22 |
| Parámetros fisicoquímicos .....                              | 22 |
| Oxígeno disuelto .....                                       | 23 |
| pH .....   | 23 |
| Técnicas de cosecha .....                                    | 23 |
| 7.2. Sector Níspero .....                                    | 25 |
| 7.2.1 Zonificación del Área de Aprovechamiento .....         | 25 |
| 7.3. Sector San Buenaventura .....                           | 26 |
| 7.3.1 Zonificación del Área de Aprovechamiento .....         | 26 |
| 7.4. Sector Colorado .....                                   | 27 |
| 7.4.1 Zonificación del Área de Aprovechamiento .....         | 27 |
| 7.2.2 Gestión del Recurso .....                              | 28 |
| Impactos del cultivo de camarón .....                        | 28 |
| Producción de camarón en Costa Rica .....                    | 29 |
| 7.2.3 Cadena de comercialización .....                       | 31 |
| Legislación actual .....                                     | 33 |
| 8. RESULTADOS ESPERADOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN ..... | 35 |
| 9. RECOMENDACIONES .....                                     | 36 |
| Referencias .....  | 37 |



## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Zonificación del humedal manglares de Colorado, San Buenaventura y Níspero, Golfo de Nicoya. Área de Conservación Arenal Tempisque..... | 10 |
| Figura 2. Zonificación de los manglares de Níspero. Área de Conservación Arenal Tempisque, Golfo de Nicoya .....                                  | 25 |
| Figura 3. Zonificación de los manglares de San buenaventura. Área de Conservación Arenal Tempisque, Golfo de Nicoya.....                          | 26 |
| Figura 4. Zonificación de los manglares de Colorado. Área de Conservación Arenal Tempisque, Golfo de Nicoya .....                                 | 27 |
| Figura 5. Cadena de Comercialización del camarón de Cultivo.....  | 33 |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Tipos de cobertura en el área de implementación del PGM.....   | 9  |
| Tabla 2. Área de cobertura de manglar distribuida en las comunidades de Colorado, San Buenaventura y Níspero .....                    | 12 |
| Tabla 3. Organización que representa a los Productores de Camarón de Cultivo en las Áreas de influencia de este Plan de Manejo .....  | 13 |
| Tabla 4. Requerimiento de cal agrícola para el tratamiento del fondo de los estanques .....   | 21 |
| Tabla 5. Efecto de diferentes concentraciones de oxígeno en los camarones.....  | 23 |
| Tabla 6. Producción en tm/año del área productiva para camarón con sobrevivencia de 55, 60% a 70% en la zona de Colorado.....         | 30 |
| Tabla 7. Producción en tm/año del área productiva para camarón con sobrevivencia de 55, 60% a 70% en la zona de San Buenaventura..... | 30 |
| Tabla 8. Producción en tm/año del área productiva para camarón con sobrevivencia de 55, 60% a 70% en la zona de Níspero .....         | 31 |
| Tabla 9. Precio de camarón de acuerdo con el peso de cosecha y categorización por talla .....   | 31 |



## 1- INTRODUCCIÓN

Los manglares constituyen ecosistemas altamente representativos de las zonas costeras tropicales y subtropicales; ubicados específicamente en la franja intermareal, en sitios protegidos por la acción directa de las olas. Estos ecosistemas se caracterizan por presentar suelos planos y fangosos, con altas salinidades, bajas concentraciones de oxígeno y patrones de inundación variados debido a las mareas (Arrieta, 2020).

La convención Ramsar y la Ley Orgánica del Ambiente en el artículo 40 define los humedales como ecosistemas con dependencia de regímenes acuáticos, naturales o artificiales, permanentes o temporales, lénticos o lóticos, dulces, salobres o salados, incluyendo las extensiones marinas hasta el límite posterior de fanerógamas marinas o arrecifes de coral, o en su ausencia, hasta seis metros de profundidad en marea baja. Por lo tanto, los manglares son un humedal intermareal del sistema estuarino, según la clasificación de humedales adoptada por la Convención Ramsar (La Gaceta, 2016).

Los suelos en los que crecen los manglares son de tipo anaeróbico generalmente, además de estar periódicamente inundados, los consumos de oxígeno son muy altos por la fauna que vive en ellos. Sufren, asimismo, variaciones importantes en el contenido de sales debidas a la evapotranspiración, el suministro de agua de mar o de agua dulce por lluvia, descarga fluvial o escorrentía superficial (Bulgarelli, 1996).

Del total de humedales inventariados (284.632.81 ha) en el país, el 17.22% corresponde a estuarinos (esteros, manglares, lagunas costeras y otros) (Proyecto Humedales de SINACPNUD- GEF, 2018); distribuidos en la costa del mar Caribe y océano Pacífico, entre la vegetación que se puede encontrar en los humedales, destaca los manglares que son ecosistemas dominados por un grupo de especies vegetales arbóreas que se han adaptado a nivel fisiológico, reproductivo y estructural al agua salobre, permitiéndoles colonizar áreas anegadas y sujetas a la influencia de mareas de las costas tropicales y subtropicales. Entre las que se encuentran *Pelliciera rhizophorae* (mangle piñuela), *Rhizophora mangle* (mangle rojogateador), *Rhizophora racemosa* (manglecaballero rojo), *Acrostichum aureum* (negraforra), *Laguncularia racemosa* (mangle mariquita), *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), *Mora oleifera* (alcornoque), *Avicennia germinans* (mangle negro) (Acuña-Piedra, et al., 2018).

### Justificación

La producción de camarón de cultivo es una actividad que se realiza en la zona desde los años 80 y representa una de las fuentes permanentes para el sustento de un número importante de familias, dedicadas principalmente a las actividades involucradas en los procesos productivos y comerciales que se desarrollan entorno de la producción.

La falencia de planes aprobados de aprovechamiento de recurso camarón de cultivo en áreas de manglar, el estado propio del recurso camarón y el cumplimiento de requisitos por parte de los productores, establecidos por la normativa vigente, generan desafíos que limitan el desarrollo la actividad de cultivo de manera formal.



Vinculado a las condiciones antes mencionadas, se encuentra presente también la pobreza, el desempleo y la dependencia que mantienen los habitantes de las comunidades próximas al manglar a una de las pocas actividades laborales que existen en estas zonas, como lo es la producción de camarón de cultivo.

Con la elaboración del PARCC se pretende generar una mayor responsabilidad de los productores de camarón, el seguimiento de buenas prácticas de manejo del cultivo, así como una mejor gestión del negocio de producción de camarón en estanques.

Es de esperar que con el PARCC los productores adquieran un compromiso en pro de un manejo responsable en sus granjas y de la generación de datos de sobre producción, información que hoy día es totalmente imprecisa e informal.

La elaboración y aprobación del PARCC del área de estudio, brindará respaldo técnico y normativo para cumplir con los requisitos establecidos para la operación de granjas de cultivo tanto para el SINAC como el INCOPECA, logrando así formalizar a los productores permisionarios de granjas de camarón de cultivo, alineados con las disposiciones establecidas en este documento y representa una oportunidad para implementar medidas de manejo de la actividad productiva en forma responsable con el medio ambiente.

## **2- METODOLOGÍA**

### **3- CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS DEL ÁREA**

#### **Ubicación del área de manejo del recurso camarón de cultivo**

El área sujeta a la aplicación del PGM comprende un territorio costero que se extiende desde las desembocaduras del Río Abangares y Río Tempisque (sector Este) (Fig. 1), incluye tres masas boscosas conocidas como manglares de Colorado, manglares de San Buenaventura y manglares de Níspero y esteros. Están conformadas por un mosaico de tres tipos de coberturas principales (Tabla 1, Fig.1), donde los manglares constituyen la mayor extensión (2977.52), seguida por los estanques (454.64 ha) y zonas de lodos (915.78 ha).





Tabla 1. Tipos de cobertura en el área de implementación del PGM

| Tipo<br>cobertura | Ubicación y área (ha) |                  |               | Total (ha)     |
|-------------------|-----------------------|------------------|---------------|----------------|
|                   | Colorado              | San Buenaventura | Níspero       |                |
| Manglar           | 1741.38               | 642.01           | 594.13        | 2977.52        |
| Estanques         | 90.84                 | 121.23           | 242.57        | 454.64         |
| Lodos             | 767.17                | 121.75           | 26.86         | 915.78         |
| <b>Total</b>      | <b>2599.44</b>        | <b>884.99</b>    | <b>863.56</b> | <b>4347.47</b> |

La distribución de los estanques está asociada principalmente a la periferia interna de los manglares y es donde se realizan las actividades de acuicultura y producción de sal. Las zonas de lodos están conformadas por tres, siendo la que se ubica en la zona de Colorado (767.17 ha) de especial interés para la conservación de la chucheca. Las otras dos áreas ubicadas en Níspero y San Buenaventura representan opciones para restauración de manglar. Las zonas de manglares comprenden amplias áreas de bosque, con un desarrollo estructural medio, debido a las condiciones climáticas de la zona y las condiciones hídricas que se encuentran en el sitio (Pineda, 2021).

El área de estanques se dedica a la producción de sal, camarón o ambas. Estas varían según la demanda de cada producto, los precios del mercado que influyen en lo que se produce por parte de los permisionarios. Eventualmente es un área de potencial producción de camarón de cultivo, según lo determinen los productores.

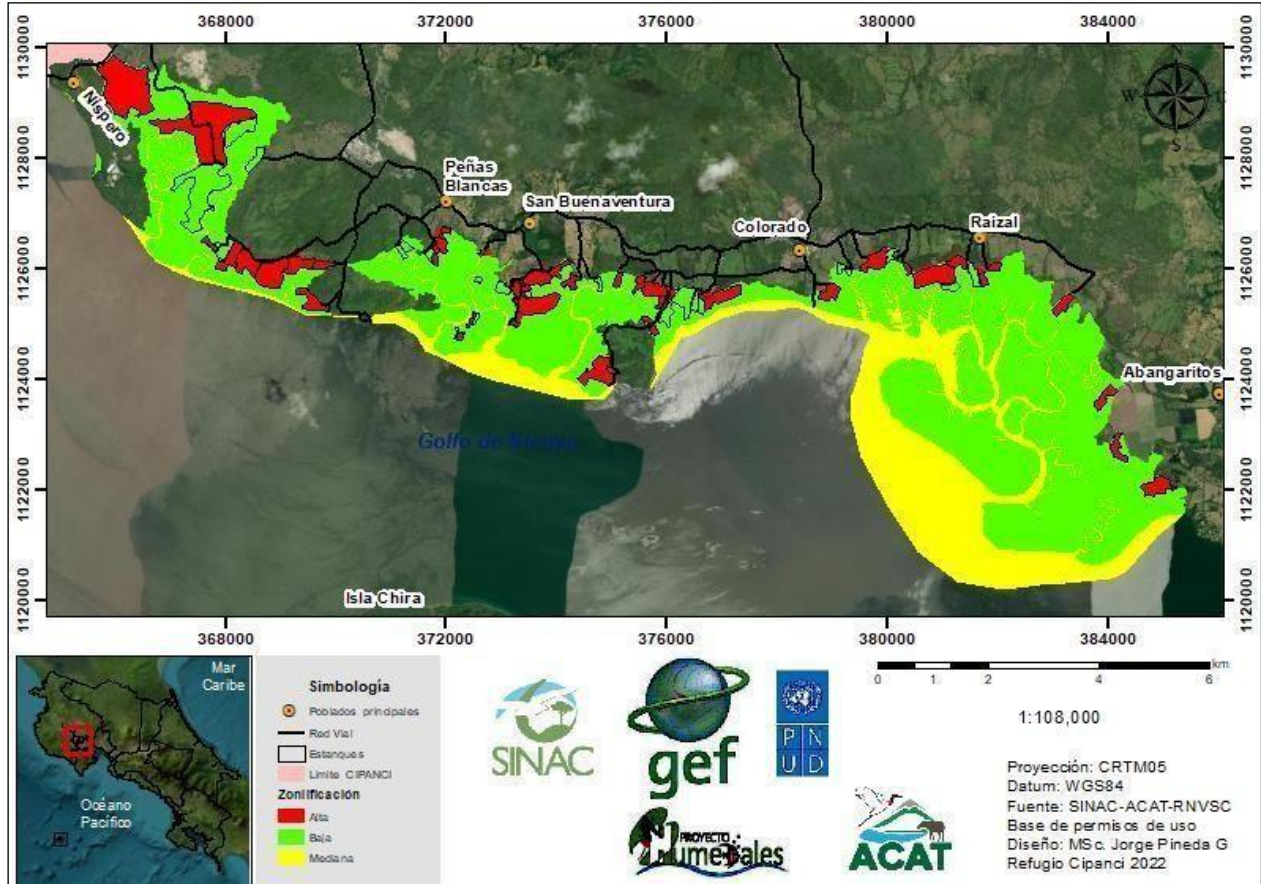


Figura 1. Zonificación del humedal manglares de Colorado, San Buenaventura y Níspero, Golfo de Nicoya. Área de Conservación Arenal Tempisque.

### Uso actual del suelo

Fuertes presiones recibieron los manglares entre 1970 y 1980, la construcción de estanques para la producción de sal y camarones, causó en el sector de Colorado y Níspero la disminución del área de manglares debido a las restricciones, controles y vigilancia no eran suficientes para mantener una adecuada protección. Los usos substitutivos fueron los principales responsables de las grandes pérdidas de áreas manglar en la parte interna del Golfo de Nicoya (SINAC, 2019).

La zona de estanques dentro de los límites del humedal comprende 454.64 hectáreas. Aproximadamente más del 50% de la actividad camaronera se desarrolla en los manglares de Níspero (242.57 ha), el 26% de la actividad acuícola se desarrolla en San Buenaventura y solo el 20% de la actividad se desarrolla en Colorado, la mayoría de ellas ubicadas en la parte interna de los manglares, colindantes con tierras dedicadas a la ganadería (SINAC, 2019).



Actualmente, existen áreas de estanques que presentan procesos naturales de regeneración de mangle y requieren una mayor asistencia por parte del SINAC. Así mismo, pocos permisionarios cuentan con autorizaciones o permisos vigentes y otros usuarios desarrollan actividades de acuicultura sin haber realizado las gestiones correspondientes o de manera ilegal (SINAC, 2019).

Los humedales de manglares cumplen una función primordial en el mantenimiento del equilibrio ecológico y la biodiversidad de los ambientes estuarinos, tienen un papel fundamental en el aporte de energía, pesquerías y a una gran gama de bienes y servicios directos e indirectos, tangibles e intangibles. Tradicionalmente representan una zona importante de uso para las comunidades costeras, quienes los han aprovechado de diferentes maneras, entre las que se destaca la extracción de moluscos, cultivo de camarones y producción de sal. En dichas actividades han predominado prácticas inadecuadas, así como falta de mecanismos que permitan a estas comunidades participar en procesos de recuperación, protección y manejo sostenible de los recursos.

## Clima

Existen dos periodos climáticos caracterizados en el ACAT, un periodo seco entre los meses de diciembre a abril y un periodo húmedo desde mayo a noviembre (Sandner, 1962). Los rangos de altitud de la zona intermareal de los manglares están entre 0 y 3 m.s.n.m, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 22 a 28°C; dichas condiciones climáticas varían constantemente cada año debido a los trastornos climáticos globales de las últimas décadas (SINAC, 2013).

La temperatura en la parte interna del Golfo de Nicoya presenta poca variabilidad en cuanto a la temperatura media anual. Las temperaturas máximas mensuales oscilan entre 27.1 y 34.2 °C, ocurren durante el mes de abril. La temperatura media mensual experimenta un aumento desde enero y alcanza su máxima en abril. En promedio la oscilación de la temperatura es de 8.5 °C (Rodríguez & Obando, 1999), aunque se han observado diferencias de hasta 12.0 °C.

La precipitación promedio anual de la cuenca baja del río Tempisque y sus áreas vecinas es de 1.817 mm. El 95% o más de las precipitaciones se presentan durante los meses de mayo a noviembre (periodo lluvioso), mientras que el 5% restante ocurre de diciembre a abril en la época seca, (SEPSA, 1984; Castro & Villegas, 1987; Maldonado *et al.* 1995; Vaughan *et al.* 1996; Bolaños *et al.* 1998), citados en SINAC (2013).

El 50% de la precipitación se presenta durante los meses de agosto, setiembre y octubre. La humedad relativa durante la época seca oscila entre 60 y 65%, mientras que durante el período de lluvias oscila entre 80 y 90% (SEPSA, 1984; Solórzano, 1996). Entre junio a agosto, se da una disminución de la precipitación debido a un aumento en la velocidad de los vientos alisios y a un desplazamiento temporal al sur de la Zona de Convergencia Intertropical (Castro & Villegas, 1987). El incremento de los vientos en las zonas de manglar por efecto de los vientos ecuatoriales y los vientos alisios sobre la región inciden en la caída de árboles generando claros que dan paso a la regeneración del bosque de mangle.

La geomorfología del territorio de la cuenca baja del río Tempisque y de la parte interior del Golfo de Nicoya, corresponde a las llanuras de ambos litorales, en donde se presentan grandes extensiones de humedales, cuyos suelos son dedicados a actividades agroindustriales tales como plantaciones de caña de azúcar, frutales, forestales y ganadería, además de áreas protegidas (Bravo *et al.* 1997).



## Composición de la Flora y la Fauna

Se incluye las especies de mangle consideradas como vegetación nuclear, *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa*, *Pelliciera rhizophorae*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Avicennia bicolor* y *Conocarpus erecta*. La descripción de las especies se realizó con base en Jiménez, 1994 y Viera C. A *et al.*, 1998.

Las formaciones de bosques de manglar en el sector Colorado desembocadura del río Tempisque, se caracterizan por una estación seca muy prolongada, y una precipitación entre 1400 y 2000 mm, los árboles son de poco diámetro y alcanzan en su mayoría una estatura entre 5-10 m (Jiménez, 1994), excepto en las desembocaduras de los ríos Tempisque y Bebedero donde pueden presentar estaturas superiores a los 20 m (Pizarro *et al.*, 2004) y en los salitrales de Puerto Níspero se logran encontrar árboles de mangle maduros con tamaños de hasta 1 m de altura y con salinidades de 70 UPS (Pineda, 2021). Las zonas de manglar comprendidas en el plan general de manejo de los humedales del sector Colorado-Níspero, presentan alturas que no superan los 20 m y diámetros que apenas alcanzan los 45 cm de diámetro (Pineda, 2021), además, comprenden una extensión de 2977 ha (**Tabla 1**).

Estos sistemas se encuentran sometidos a presiones asociadas a las actividades de producción de sal, ganadería, agricultura, producción de camarones y sal (454.69 ha), infraestructura para turismo y crecimiento urbano, todas ellas reducen la frontera de los manglares. La contaminación tiene un efecto directo sobre los estadios larvales y juveniles de todas las especies asociadas a los ecosistemas de manglar y la sedimentación/erosión determinan la formación de nuevos bancos de lodos que pueden ser colonizados por el mangle (Tabla 2).

**Tabla 2.** Área de cobertura de manglar distribuida en las comunidades de Colorado, San Buenaventura y Níspero.

| <i>Manglar/localidad</i> | <i>Hectáreas</i> |
|--------------------------|------------------|
| Colorado                 | 1741.38          |
| San Buenaventura         | 642.01           |
| Níspero                  | 594.13           |
| Total                    | 2,977.52         |

Fuente: SINAC-ACAT-RNVSC, 2022

La fauna asociada al manglar es muy variada, en este ecosistema ocurre reproducción de especies ictícolas, aves, mapaches, cocodrilos, culebras, cangrejos, así como la variedad de moluscos que muchas veces son aprovechados por las comunidades cercanas, como las pianguas negra (*Anadara tuberculosa*), las pianguas boludo (*Anadara similis*), los mejillones (*Tagelus peruvianus*), las almejas blancas (*Protothaca asperrima*), las almejas mionas (*Polymesoda inflata*), almejas mantequilla (*Megapitaria aurantiaca*), las almejas rayadas (*Chione subrugosa*), los almejones (*Donax dentifer*) y las choras (*Mytella guyanensis*).



Las especies que representan un valor económico importante del manglar son las pianguas: *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* de la familia Arcidae. Se distribuyen en sustratos lodoso y están asociadas a las raíces de las especies de *Rhizophora mangle* y *R. racemosa* (Silva-Benavides & Bonillas, 2015). En este manglar, principalmente en las áreas de lodos de San Buenaventura y Colorado, también se encuentran individuos de *Grandiarca grandis* (chucheca), especie vedada indefinidamente desde 1990, por decreto Ejecutivo N°19449-MINAE, luego de llegar casi al exterminio por su excesivo aprovechamiento (Pizarro et al., 2004).

#### 4- CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DE LOS PRODUCTORES DE CAMARÓN Y POBLACION EMPLEADA EN LA ACTIVIDAD

##### Indicadores distritales

En el entorno de las granjas de producción de camarones del área de estudio se ubican comunidades de tres distritos de los cantones de Cañas y Abangares. Entre el 70 y 100% de la población es rural y del 0-30% urbana, concentrada en centros urbanos de los distritos de Colorado, las Juntas y Porozol, este último tiene el menor porcentaje de población urbana con 0% y con una población de 669 habitantes. La población de Colorado y las Juntas es de 4621 y 9482 habitantes con 27.8% y 41.4% de población urbana respectivamente (INEC, 2011).

##### Caracterización de los grupos de productores de Camarón

Los productores de camarón usuarios de las áreas colindantes con los manglares de Níspero, las Juntas de Abangares, San Buenaventura y Colorado, se han organizado como cámara de productores con el fin de mejorar sus gestiones ante las instituciones estatales, procuran cumplir requisitos relacionados con la obtención de permisos y autorizaciones, requeridos para la formalización del aprovechamiento de las áreas para el cultivo de camarón. Se identifica un único grupo que consolida a productores de todo el Golfo de Nicoya (Tabla 3).

**Tabla 3.** Organización que representa a los Productores de Camarón de Cultivo en las Áreas de influencia de este Plan de Manejo

| Nombre de la Organización                   | Presidente            | Personería Jurídica | Domicilio |
|---|-----------------------|---------------------|-----------|
| Cámara de Productores de Camarón (CAPROCAM) | Simón de Bedout Gerra | 3-002-684778        | Colorado  |



## Jornada de Trabajo (Épocas de Producción)

En el caso de nuestro país y de acuerdo con datos del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA, 2014), existen unas 1500 hectáreas dedicadas a la producción de camarón en todo el país, con una concentración de la actividad en la costa pacífica. Esta información deberá ser actualizada considerando el inventario de infraestructura de estanques que cada área de conservación dictamine que puede ser utilizada para la producción de camarón.

Se estima que existen alrededor de 118 camaroneros, que representan un 7 % del total de acuicultores del país, los cuales realizan el cultivo de manera tradicional (en estanques de tierra con bombeo parcial de agua en los alrededores de los manglares) y de forma semi intensiva.

Los estanques de cultivo semi intensivo oscilan entre (1–5 ha) los productores adquieren semillas producidas en criaderos o hatcherys, para el engorde se siembran entre 10 y 30 post larvas (PL/m<sup>2</sup>); en la actualidad las densidades de siembra fluctúan entre 8 y 12 PL m<sup>2</sup>.

El agua se bombea para recambiar parte del volumen del estanque, estos recintos tienen una profundidad de entre 1 y 1,2 m y pocos productores utilizan algún tipo de aireación en sus estanques. El camarón se alimenta de productos naturales propiciando su producción mediante fertilización del estanque, complementado con alimentación de 2 a 3 veces al día. Los rendimientos de la producción en estanques semi intensivos varían entre 500 y 2 000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año (FAO, 2009).

Las mejores condiciones ambientales para la producción de camarón se dan en el invierno, normalmente en las granjas se realizan dos ciclos productivos al año, iniciando en el mes de marzo y concluyendo en noviembre.

## Ingresos

Los ingresos de los productores de camarón dependen de la sobrevivencia obtenida, del factor de conversión alimenticia, peso de cosecha y precio del camarón en el mercado. Con una producción de 720 kg a 1080 kg/Ha/Cosecha, con dos ciclos de producción al año y un precio promedio de ₡2700 colones el Kg de camarón de 15 g. Se podría obtener un ingreso de ₡3 888 000,00 colones a ₡5 832 000,00 /Ha/año.

## 5- CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO CAMARÓN DE CULTIVO

### 5.1 Hábitad y Biología del camarón de cultivo

Entre los camarones, el género *Litopenaeus* es uno de los más estudiados con respecto a su biología; principalmente, porque varias especies son de gran interés comercial (Alfaro et al. 1993, Palacios et al. 1993, Tabash y Palacios, 1996).



El cuerpo del camarón blanco está compuesto de una parte anterior llamada cefalotórax, conformado por la fusión de la cabeza y el tórax, con presencia de apéndices antenulares, maxilares y cinco pares de pereiópodos. El abdomen está dividido en seis segmentos, cada uno con un par de pleópodos, en la parte posterior se encuentran el telson y los urópodos (Cabrera, 2018).

Es una especie nativa de la costa oriental del Océano Pacífico, con una distribución desde Sonora, México hasta Tumbes en Perú, se encuentra en hábitats marinos tropicales, con temperaturas superiores a 20°C durante todo el año.

La ubicación taxonómica del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* según Pérez-Farfante y Kensley (1997) es:

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea

Clase: Malacostraca

Orden: Decapoda

Suborden: Dendobranchiata

Superfamilia: Penaeoidea

Familia: Penaeidae

Género: *Litopenaeus*

Especie: *vannamei*

## 5.2. Reproducción

En estado adulto viven y se reproducen en el mar abierto, las post larvas migran a las costas y la etapa juvenil, adolescente y pre adulta crecen en los estuarios, lagunas costeras y manglares. Los machos maduran a partir de los 20 g y las hembras a partir de los 28 g en una edad de entre 6 y 7 meses. Cuando *L. vannamei* pesa entre 30 y 45 g libera entre 100 000 y 250 000 huevos de aproximadamente 0.22 mm de diámetro. La incubación ocurre aproximadamente 16 horas después del desove y la fertilización (FAO, 2009).

En la primera etapa, la larva, denominada nauplio, nada intermitentemente y es fototáctica positiva. Los nauplios no requieren alimentación, sino que se nutren de su reserva embrionaria. Las siguientes etapas larvianas (protozoa, mysis y postlarva temprana respectivamente) continúan siendo planctónicas por algún tiempo, se alimentan del fitoplancton y del zooplancton, y son transportados a la costa por las corrientes mareales. Las post larvas (PL) cambian sus hábitos planctónicos unos cinco días después de su metamorfosis a PL, se trasladan a la costa y empiezan a alimentarse de detritos bénticos, gusanos, bivalvos y crustáceos (FAO, 2009).



### 5.3. Importancia socio-económica

Tradicionalmente representan una zona importante de uso para las comunidades costeras, quienes los han aprovechado de diferentes maneras, entre las que se destaca la extracción de moluscos, crustáceos, poliquetos, cultivo de camarones y producción de sal. En dichas actividades han predominado prácticas inadecuadas que han deteriorado el ecosistema y reducido las poblaciones de las especies que habitan esta franja costera, asimismo ha contribuido la falta de mecanismos que permitan a las comunidades participar en procesos de recuperación, protección y manejo sostenible de los recursos.

Las comunidades de esta franja costera son altamente dependientes de los recursos naturales marino costeros.

El humedal está representado principalmente por el ecosistema de manglar y el desarrollo del bosque está limitado en la parte externa por fincas dedicadas a la agricultura, ganadería, producción de sal y camarones, desarrollo urbano de poblados rurales e infraestructura relacionada con actividades pesqueras y agroindustria.

Así mismo hay que destacar que la extracción de piangua (*Anadara tuberculosa* y *A. similis*), es una actividad ancestral que data de la época precolombina que ha tenido este recurso. El valor recreativo, del ecosistema de manglar constituye una valiosa fuente de atracción para el turismo.

Educación e investigación, los ecosistemas marinos proveen oportunidades numerosas para investigación, educación y capacitación a través de visitas y estudios de campo para el seguimiento de los cambios ambientales o de los recursos (De Groot *et al*, 2002).

### 5.4. Uso actual y estado del recurso

En Costa Rica, el marco legal (Ley Forestal Número 7575) permite la investigación, el turismo, y la capacitación en zonas de manglar, dejando sin posibilidades el aprovechamiento formal de muchas actividades o usos tradicionales, entre ellos el uso del mangle y la extracción de recursos de la fauna asociada a los ecosistemas de manglar. Una adecuada interpretación del manejo sostenible sugiere valorar la posibilidad de uso adecuado de los recursos en áreas de manglar que presenten condiciones para el aprovechamiento de los recursos, sin deterioro de las poblaciones y de las funciones del ecosistema, y de conformidad con las herramientas de manejo aprobadas por las autoridades pertinentes.

Los manglares en los países de América Latina han sido reducidos entre un 25% y 100% de su área original (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez, 1999), son muchos los factores que en los últimos 100 años han impulsado la destrucción de los manglares, desde su corta para uso de la madera hasta las declaratorias legales de los manglares como áreas perjudiciales para la salud pública y su autorización para la corta y quema. Los esfuerzos para la protección de los manglares inician en 1866 en Puerto Rico con la promulgación de la Ley de Puertos la cual estableció la zona marítimo-terrestre de dominio público, incluyendo las áreas de manglar.





Otros países también promulgan leyes en favor de los manglares, Cuba en la década de 1920, Costa Rica en 1940, Panamá en 1962 (Menéndez *et al.*, 1994, Martínez, 1994, Ley de Aguas de Costa Rica, 1940).

Además, los manglares son ecosistemas de zonas litorales tropicales y subtropicales, localizados en la franja intermareal de zonas protegidas de la acción directa del oleaje, en suelos planos y fangosos, inundados por las mareas con frecuencias relativas a su amplitud y topografía del suelo, en estuarios, bahías ensenadas, lagunas costeras, esteros, desembocaduras de ríos. Relacionan al hombre y a las especies de árboles y arbustos de mangles con otras plantas y animales que allí habitan permanentemente o en algunas fases de su vida, son modelados por la influencia del clima, aguas, los suelos y otros componentes del ambiente, por sus funciones se les ha considerado como insustituibles (Sánchez *et al.*, 2000). Son de los ecosistemas más productivos y biodiversos del mundo (Day *et al.*, 1989).

Representan una fuente económica importante para las comunidades aledañas, que dependen de la pesca artesanal para su subsistencia (Bossi y Cintrón 1990). Además, funcionan como una línea protectora ante la erosión del oleaje y los huracanes y tienen la capacidad de almacenar grandes cantidades de biomasa y carbono. Por esta razón forman parte de los ecosistemas más importantes en la mitigación del cambio climático (Laffoley y Grimsditch 2009, Kauffman 2011, Bouillon 2009 y 2011, Donato *et al.* 2011).

Considerando la situación administrativa y jurídica de Costa Rica, así como los conflictos y la ilegalidad en el uso de los recursos y áreas de manglares, el Viceministerio de agua y Mares, el SINAC, el Proyecto Golfos y el Proyecto Humedales, procuran formalizar el aprovechamiento de moluscos, cangrejos, poliquetos y **camarón de cultivo (de acuerdo a lo establecido en la Ley 9814 y su reglamento Decreto Ejecutivo 43333)**; a través de un decreto que establece los procedimientos para el uso racional de dichos recursos, siempre que se cuente con la aprobación del SINAC de los planes generales de manejo de los humedales de manglar y los planes específicos de aprovechamiento del recurso, aprobados por SINAC-INCOPECA.

## 6- OBJETIVOS

### 6.1. Objetivo General

Disponer de un instrumento para la gestión de la producción sostenible de camarón en las áreas del manglar bajo un enfoque ecosistémico

### 6.2. Objetivos Específicos

Delimitar el área de aprovechamiento para el cultivo de esta especie dentro del ACAT y su producción anual bajo un enfoque de sostenibilidad



Formalizar al sector productivo de camarón mediante los permisos de uso de aprovechamiento para realizar la producción de camarón de acuerdo a lo dispuesto en ley 9814 “Ley para regular la producción sostenible de camarón y sal en modalidad convencional y orgánica” y su reglamento.

## 7- PROTOCOLO DE APROVECHAMIENTO

### Técnicas de engorde

Las técnicas para el crecimiento se pueden sub-dividir en 4 grandes categorías: extensivas, semi-intensivas, intensivas y súper-intensivas, que representan respectivamente, densidades de siembra baja, media, alta y extremadamente alta.

#### *Extensiva*

Esta técnica es común en los países latinoamericanos. Los cultivos extensivos de *L. vannamei* se desarrollan en las zonas inter mareales, donde no hay bombeo de agua ni aireación. Los estanques suelen ser de forma irregular, con una superficie de entre 5 y 10 ha (o hasta 30 ha) y una profundidad de entre 0.7 y 1.2 m. A sus inicios la actividad de cultivo utilizaba semilla silvestre que entraba a los estanques con la marea alta, o se adquiría a los recolectores de semilla.

Desde la década de 1980 se utiliza PL obtenida de laboratorios para la siembra en estanques a densidades de 4–10/m<sup>2</sup>. El camarón se alimenta a base de alimentos producidos naturalmente mediante fertilización, y dosis una vez al día de alimentos balanceados con bajo nivel de inclusión de proteína. A pesar de la baja densidad, a los 4 ó 5 meses se cosechan camarones pequeños de entre 11 y 12 g. El rendimiento en estos sistemas extensivos es de 150–500 kg/ha/cosecha, con una ó dos cosechas anuales.

#### *Semi-intensiva*

Los estanques de cultivo semi intensivo (1–5 ha) utilizan post larvas producidas en incubadoras, con densidades de siembra entre 10 y 30 PL/m<sup>2</sup> estos sistemas son comunes en América Latina. El agua se bombea en los estanques para su recambio, la profundidad de las pilas fluctúa entre 1 y 1.2 m.

El camarón se alimenta de productos naturales propiciando su producción mediante fertilización del estanque, complementado con alimentación de 2 ó 3 veces al día. Los rendimientos de la producción en estanques semi intensivos varían entre 500 y 2000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año (FAO, 2009).



### *Intensiva*

Las granjas intensivas comúnmente se ubican fuera de las áreas intermareales, donde los estanques puedan drenarse totalmente, secarse y prepararse antes de cada ciclo; cada vez más se ubican lejos del mar, en tierras más baratas y de baja salinidad.

Este sistema de cultivo es común en Asia y en algunas granjas de América Latina que están procurando elevar su productividad. Comúnmente los estanques son de tierra, pero también se utilizan membranas de recubrimiento para reducir la erosión y mejorar la calidad del agua.

En general los estanques son pequeños (0.1–1.0 ha) cuadrados o redondos. La profundidad suele ser mayor a 1.5 m. Las densidades varían entre 60 y 300 PL/m<sup>2</sup>. Se requiere una aireación continuada 1 HP/400–600 kg de camarón cosechado para la oxigenación y circulación del agua. La alimentación se basa en dietas artificiales suministradas 4 a 5 veces diarias. Los factores de conversión alimenticia fluctúan entre 1.4 y 1.8 (FAO, 2009).

Desde la irrupción de síndromes virales, se ha generalizado el uso de cepas domesticadas libres o resistentes de patógenos específicos (SPF) o (SPR) respectivamente; junto con la implementación de medidas de bioseguridad y sistemas de bajo recambio de agua. Sin embargo, la alimentación, la calidad y recambio del agua, aireación y el florecimiento del fitoplancton requieren de uncuidadoso monitoreo y manejo. Los rendimientos de la producción varían entre 7 000 y 20000 kg/ha/cosecha, pudiéndose lograr de 2 a 3 cosechas por año, con un máximo de 30 000 a 35000 kg/ha/cosecha (FAO, 2009).

En el sistema de floculación bacterial, los estanques (0.07–1.6 ha) se manejan con alta aireación, recirculación y sistemas de bacterias heterotróficas. Se utilizan alimentos bajos en proteínas, suministrándolos de 2 a 5 veces al día, en un esfuerzo por elevar la relación C:N a >10:1 y desviar los nutrientes adicionados a través procesos bacterianos.

Se utilizan densidades de 80–160 PL/m<sup>2</sup>, los estanques se hacen heterotróficos y se forman flóculos de bacterias, que son consumidos por los camarones, reduciendo la dependencia de alimentos altos tanto en proteínas como en tasa de conversión alimenticia, incrementándose la eficiencia costo-beneficio. Esos sistemas han logrado una producción de 8000–50 000kg/ha/cosecha en Belice e Indonesia (FAO, 2009).

### *Super-intensiva*

Las investigaciones desarrolladas en Estados Unidos de Norteamérica se han enfocado al crecimiento del *L. vannamei* en sistemas de canales de flujo rápido súper-intensivos en invernaderos, sin recambio de agua (salvo el reemplazo de pérdidas por evaporación) o la descarga, utilizando larvas de cepas SPF. Por lo tanto; son bioseguros, sustentables, con poco impacto ecológico pudiendo producir camarón de alta calidad con eficiencia costo-beneficio.

El cultivo en canales de 282 m<sup>2</sup> con 300–450 juveniles/m<sup>2</sup> de entre 0.5 y 2.0 g para su crecimiento entre 3 y 5 meses, ha logrado generar producciones de entre 28 000 y 68 000 kg/ha/cosecha a tasas de crecimiento de 1.5 g/semana, tasas de sobrevivencia de 55 a 91% con un peso promedio de cosecha entre 16 y 26 g y factores de conversión alimenticia de 1.5–2.6 (FAO, 2009).



## **Preparación de estanques**

El desarrollo de buenas prácticas de manejo en el cultivo de camarón (BPM) surgen ante la necesidad de alcanzar mayores niveles de eficiencia en la producción de camarón y como resultado de la toma de conciencia por parte de los productores de camarón de que ciertas prácticas de cultivo aún en uso son dañinas para los ambientes naturales en donde se desarrolla esta actividad.

Los daños causados por las malas prácticas de cultivo no solo son nocivos para los ecosistemas costeros en donde se cultiva camarón, si no que, a mediano y largo plazo también terminan impactando negativamente las producciones y las ganancias de las empresas. Un ambiente deteriorado y contaminado solo conduce a producciones pobres y pérdidas económicas; por lo que el desarrollo de buenas prácticas es un proceso dinámico y cambiante que está determinado por el grado de desarrollo tecnológico alcanzado por la industria (Rojas et al., 2005).

## **Secado y preparación de la unidad acuícola**

El secado y preparación de los estanques contribuye a un desarrollo saludable de los camarones, garantizando estanques libres de sustancias nocivas, patógenos y predadores que pudieran incrementar las mortalidades afectando el rendimiento final de las cosechas. El drenado, secado, limpieza, desinfección y encalado, son actividades que también contribuyen a disminuir los riesgos de diseminación de enfermedades a otras granjas vecinas y al ambiente costero. La limpieza general de los estanques y sus alrededores también ayuda a eliminar posibles fuentes de contaminación de la cosecha asegurando la inocuidad del producto final (Rojas et al., 2005).

## **Drenado total**

Se recomienda un drenado total del estanque una vez finalizada la cosecha. Luego se debe realizar la limpieza y desinfección de compuertas de entrada y salida, tuberías, tablas y armazones. Las áreas que no puedan ser drenadas totalmente deben ser desinfectadas con hipoclorito de sodio u oxido de calcio (cal viva). Una vez finalizado el drenaje, las compuertas de entrada y salida de agua de los estanques deben sellarse completamente para evitar la entrada de agua durante las mareas altas.

Los suelos de los estanques deberán dejarse secar bajo el sol por diez a quince días o hasta que presenten grietas de 10 cm de profundidad (Rojas et al., 2005).

## **Limpieza de los estanques**

Basura y todo resto de material plástico, metal, o vidrio usado durante el ciclo de cultivo deberá disponerse en un lugar de la granja destinado para este propósito. Los restos de camarón, jaiba y pescados muertos deberán ser quemados y/o enterrados en fosas alternando capas de cal (aproximadamente 1 kg m<sup>2</sup>) con capas de restos de animales muertos. Esta clase de desechos deben enterrarse a medio metro de profundidad para evitar que sean desenterrados por animales silvestres y no se debe permitir que sean devueltos al medio acuático (Rojas et al., 2005).



## Evaluación del estado del fondo de los estanques.

Los principales parámetros que determinan el estado del fondo de los estanques son el porcentaje de materia orgánica presente y el pH del fondo del estanque. Si el suelo del estanque presenta condiciones ácidas ( $\text{pH} < 7$ ), se deberá aplicar cal agrícola para corregir la acidez presente. La metodología recomendada por Rojas et al., 2005 para efectuar la medición del pH, es la siguiente:

Equipos y reactivos:

- Medidor de pH
- Soluciones para calibración de pH 4, 7 y 10

*Procedimiento:*

1. Se toman muestras de suelo de varias partes del estanque y se mezclan hasta obtener una muestra homogénea. Luego de esta mezcla se toma una cantidad aproximada de 15 gramos a la que se le agrega una cantidad similar de agua destilada y se agita hasta obtener una solución homogénea.
2. Posteriormente se deja reposar la solución durante 20 minutos.
3. Luego se agita de nuevo la solución para efectuar la medición.

El siguiente cuadro detalla las cantidades recomendadas de cal agrícola a aplicar en dependencia de los resultados de las mediciones de pH (Tabla 4).

Tabla 4. Requerimiento de cal agrícola para el tratamiento del fondo de los estanques

| pH (Suelo) | Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) (Kg/ha) |
|------------|---|
| >6.0       | <1000   |
| 6-5        | <2000   |
| <5         | <3000   |

## Aplicación de cal agrícola

El mejor tiempo para la aplicación de cal es mientras el suelo aún conserva cierta humedad ya que esto ayuda a una mejor reacción neutralizadora y a una mejor incorporación de la cal al fondo. Una vez que el encalado ha finalizado y cuando las condiciones del suelo lo permitan se recomienda remover el suelo usando arados o rastras mecánicas. Esto permitirá la oxidación y degradación de la materia orgánica que se ha acumulado en los fondos (Rojas et al., 2005).



## **Llenado del estanque**

El agua que entra al estanque debe ser filtrada través de filtros con luz de malla de 500 micras o menor. Estos filtros deben dejarse en las compuertas durante los primeros 30 días de cultivo con el fin de evitar la fuga accidental de las post larvas. Estos filtros podrán ser cambiados por otros de luz de malla de 1000 micras los que se podrán mantener hasta el final de ciclo de cultivo (Rojas et al., 2005).

## **Uso de fertilizantes**

La aplicación de fertilizantes ayuda a incrementar las densidades de algas, la productividad natural y de forma indirecta a mejorar los niveles de oxígeno del agua de los estanques. Sin embargo, las aplicaciones excesivas de fertilizantes incrementan los costos de producción de la operación y pueden producir desequilibrios en las condiciones de calidad de agua tanto en el sistema del estanque como en el medio natural a donde son liberadas las aguas de descarga durante los recambios. Al igual que en el caso del alimento para camarón, se debe hacer uso moderado de los fertilizantes (Rojas et al., 2005).

Usar fertilizantes solo cuando sea necesario para incrementar la abundancia de fitoplancton. Se debe evitar el uso de urea y fertilizantes que contengan amonio. La urea en contacto con el agua se convierte en amonio el cual es tóxico para los camarones si alcanza concentraciones altas. El amonio también aumenta la demanda de oxígeno y acidifica el agua (baja el pH del agua).

Es preferible el uso de fertilizantes líquidos, si se usan fertilizantes en forma granular se recomienda poner el fertilizante en un recipiente grande con abundante agua por 4-6 horas para que se disuelva. Una vez disuelto, el fertilizante se aplica del mismo modo que con los fertilizantes líquidos.

No se recomienda el uso de fertilizantes orgánicos especialmente gallinaza y otros de origen animal ya que pueden contener residuos de medicamentos (antibióticos), pesticidas y metales pesados. Fertilizantes orgánicos disponibles lo son las harinas vegetales como semolina de arroz o harina de soya.

Las aplicaciones sin control de fertilizantes pueden causar florecimientos excesivos de algas las que pueden sufrir mortalidades masivas y repentinas ocasionando con un consumo alto de oxígeno. El eliminar el uso desmedido e innecesario de fertilizantes contribuye a bajar los costos de producción y reduce la cantidad de sustancias dañinas liberadas a los ambientes naturales a través de las aguas de descarga de los estanques.



## Parámetros fisicoquímicos

Las actividades de monitoreo de la calidad de agua en estanques de cultivo de camarón inician con la selección de sitios apropiados para la medición de parámetros físicos y químicos. Usualmente se construye una estación de muestreo por estanque. Esta consiste de un pequeño muelle de madera que se extiende 4-5 metros hacia dentro del estanque. El muelle se construye del lado del estanque en donde se encuentra ubicada la compuerta de salida. Generalmente estos son los lugares más preferidos por los camarones ya que cuentan con una profundidad suficiente y condiciones favorables de calidad de agua (Rojas et al., 2005).

### Oxígeno disuelto

Se recomienda medir los niveles de oxígeno en el agua de los estanques por la mañana antes de la salida del sol y por la tarde entre 2:00 y 4:00 pm; para mantener consistencia en el monitoreo del oxígeno, se recomienda medir el oxígeno de cada estanque siempre en el mismo orden y a la misma hora todos los días. En la tabla 5 se describe el efecto de distintas concentraciones de oxígeno en los camarones.

Tabla 5. Efecto de diferentes concentraciones de oxígeno en los camarones

| Concentración de oxígeno disuelto | Efecto  |
|-----------------------------------|---|
| Menor de 1 o 2 mg/L               | Mortal si la exposición dura más que unas horas   |
| 2-5 mg/L                          | Crecimiento será lento si la baja de oxígeno disuelto se prolonga                                   |
| 5 mg/L- 15mg/L (saturación)       | Mejor condición para crecimiento adecuado   |
| Sobresaturación (> 15 mg/L)       | Puede ser dañino si las condiciones existen por todo el estanque.<br>Generalmente, no hay problema. |

### pH

Este parámetro debe medirse directamente en el campo, determina el grado de acidez del agua y se recomienda un valor neutro de 7.0, se requiere contar con un equipo calibrado a solución de pH 4 y 7 con el fin de no incurrir en errores de estimación.



## Técnicas de cosecha

Para realizar la cosecha de los estanques de cultivos extensivos y semi intensivos, se drenan los estanques durante la marea baja, a través de redes instaladas en la compuerta de salida. Si la marea no permite la cosecha el agua deberá de bombearse. En algunas granjas grandes, maquinaria de cosecha bombea el agua y el camarón al borde del estanque, en donde se elimina el agua. Los estanques de cultivos intensivos pueden cosecharse de manera similar, arrastrando también pequeñas redes por medio de dos a seis personas para acorralar al camarón hacia un lado del estanque, donde se retiran mediante redes atarraya o con cucharas de red o cubetas perforadas (FAO, 2009).

En los cultivos intensivos asiáticos, las cosechas parciales son comunes a partir del tercer mes. En Tailandia se instala temporalmente una compuerta en una esquina, en el interior del estanque para cosechar estanques con sistemas cerrados. El camarón es capturado en las redes amarradas a esta compuerta.

En sistemas súper intensivos, el camarón simplemente se cosecha con grandes redes cuchara, conforme se vaya requiriendo camarón para ser procesado.



## 7.2. Sector Níspero

### 7.2.1 Zonificación del Área de Aprovechamiento

Este humedal tiene un área de 886.72 hectáreas y comprende 3 zonas. La zona de alta intensidad corresponde a las áreas de producción donde se desarrolla la actividad acuícola y de sal y corresponde a un área de 242.57 hectáreas. En este humedal es donde se desarrolla más del 50% de la actividad de acuícola. La zona de mediana actividad representa cerca del 5% del humedal y corresponde a esteros y lodos (50.02 ha). Por otra parte, el 67% del humedal corresponde a cobertura de manglar y estanques antiguos en procesos de regeneración natural, esto representa aproximadamente 594.13 hectáreas en categoría de Baja (Figura 2).

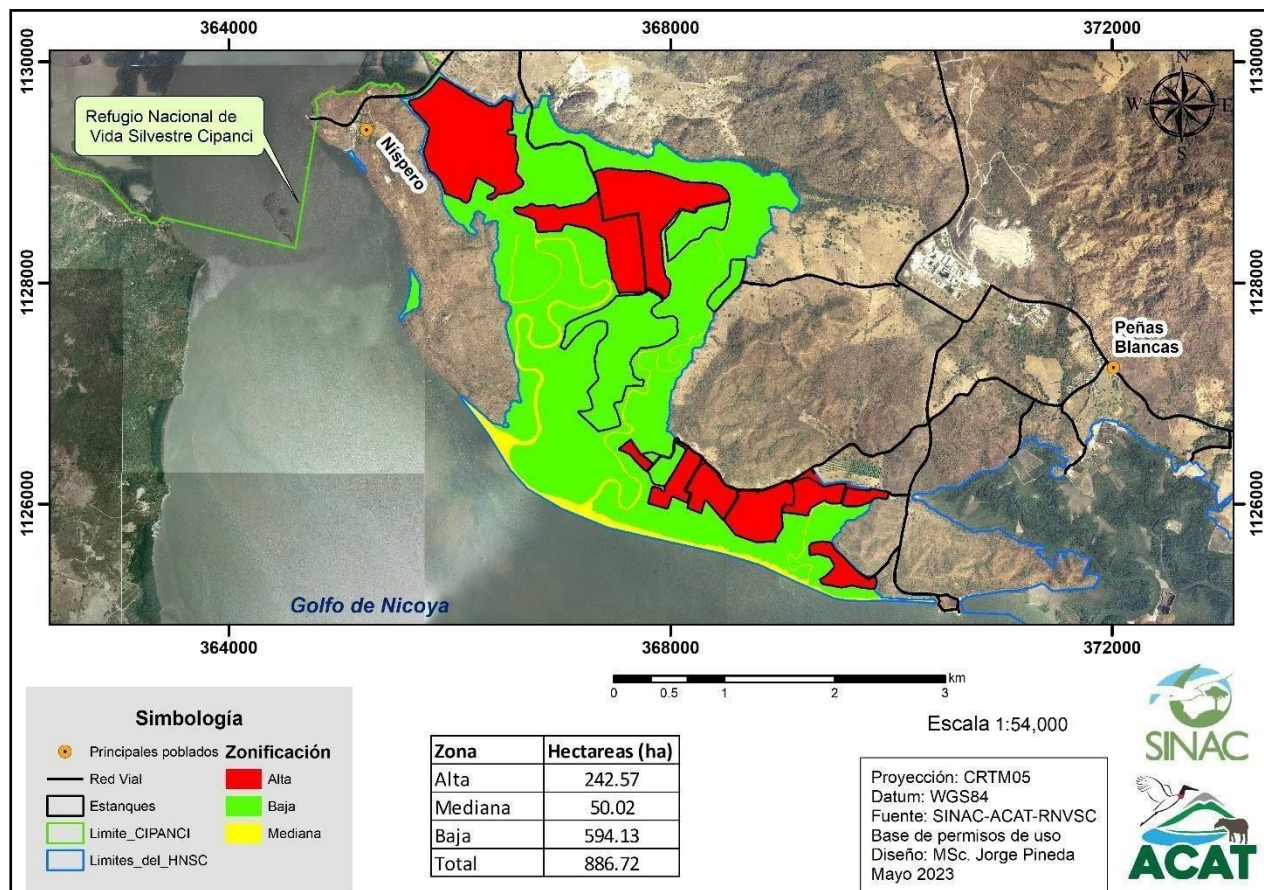


Figura 2. Zonificación de los manglares de Níspero. Área de Conservación Arenal Tempisque, Golfo de Nicoya.

### 7.3. Sector San Buenaventura

#### 7.3.1 Zonificación del Área de Aprovechamiento

Este humedal tiene un área de 932.8 hectáreas y comprende 3 zonas. La zona de alta intensidad representa el 13% del área del mismo. En esta zona se desarrolla la producción camaronesa y de sal, para un total de 121.23 hectáreas. El 18% corresponde a esteros y lodos y representa la zona mediana (169.56 has). Por otra parte, el 68% del humedal corresponde a la zonificación Baja, y se compone de cobertura de manglar y estanques antiguos en procesos de regeneración natural, esto representa aproximadamente 642.01 hectáreas (Figura 3).

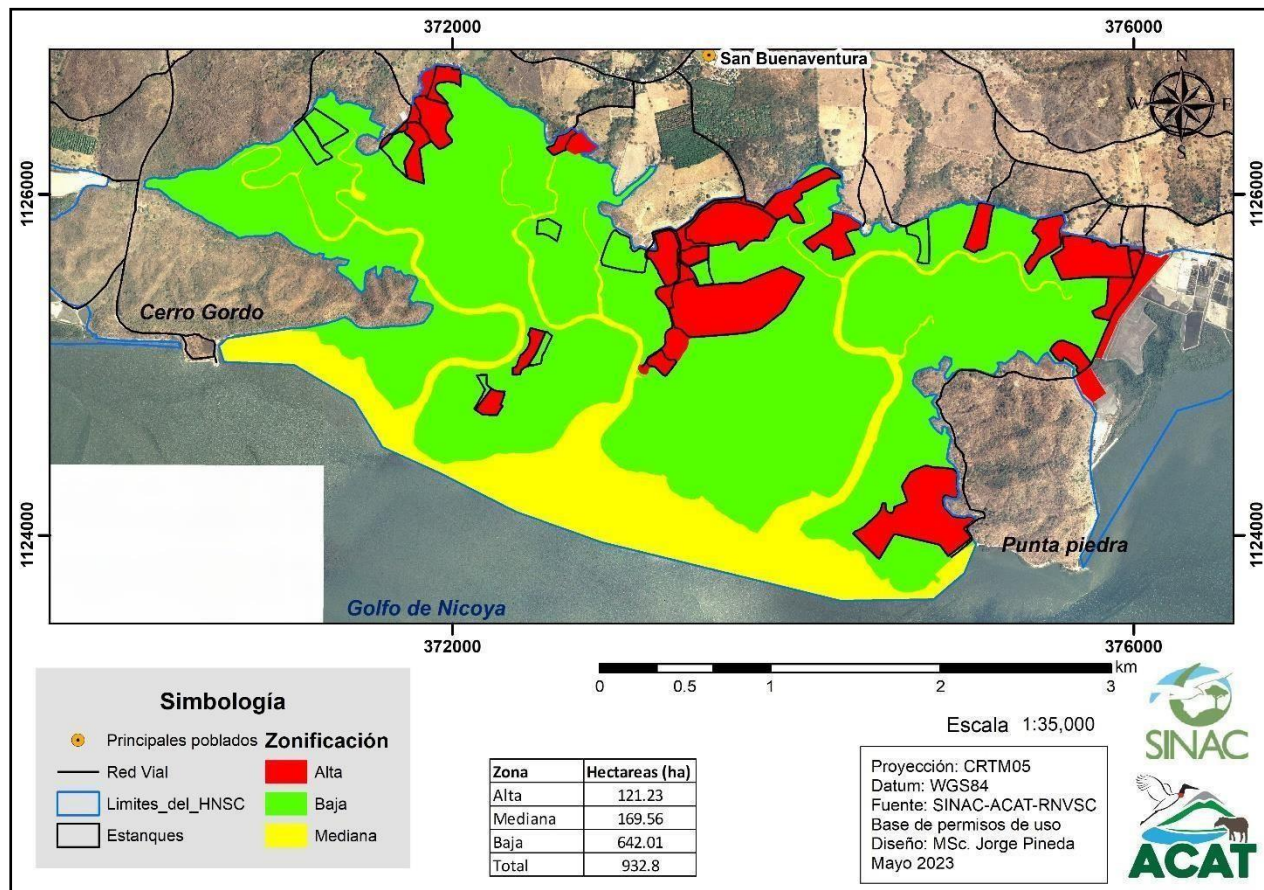


Figura 3. Zonificación de los manglares de San buenaventura. Área de Conservación Arenal Tempisque, Golfo de Nicoya.

## 7.4. Sector Colorado

Este humedal tiene un área de 2825.03 hectáreas y comprende 3 zonas. La zona de baja intensidad representa el 61% del humedal y se compone de cobertura de manglar y estanques antiguos en procesos de regeneración natural, esto representa aproximadamente 1741.38 hectáreas. La zona de mediana corresponde a esteros y lodos y representa el 35% del área del humedal (992.81 has). Finalmente, la zona de alta intensidad representa el 3.2% del área del mismo. En esta zona se desarrolla la producción camaronesa y de sal, para un total de 90.84 hectáreas (Figura 4).

### 7.4.1 Zonificación del Área de Aprovechamiento

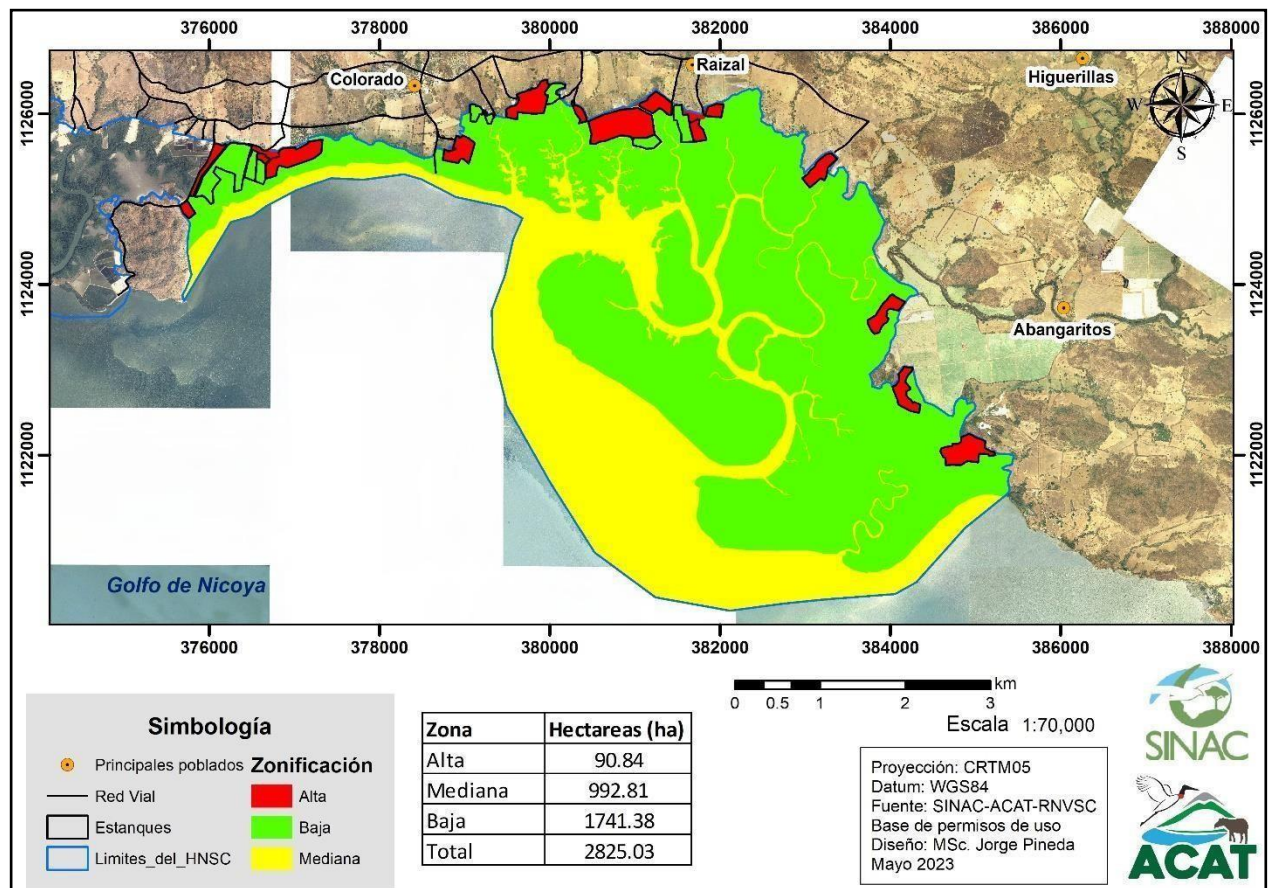


Figura 4. Zonificación de los manglares de Colorado. Área de Conservación Arenal Tempisque, Golfo de Nicoya.



## 7.2.2 Gestión del Recurso

### Impactos del cultivo de camarón

La acuicultura puede ser considerada una fuente de contaminación, cuyos efluentes tienden a contener tres tipos principales de contaminantes: nutrientes, antibióticos, y químicos; afectando a los manglares, catalogados como uno de los ecosistemas valiosos que enfrenta alteraciones severas, como la contaminación por descargas de aguas residuales y sobre explotación del mismo, afectando su estructura, funcionalidad y existencia (Montera, 2013).

El proceso de producción en la camaronicultura, sugiere varios impactos potenciales en el medioambiente, los que pueden ocurrir en dos fases secuenciales. El primer grupo sucede en la ubicación, diseño y construcción de las piscinas; el segundo, durante su operación. El efecto más importante, referido a este sector, es el establecimiento de los cultivos en ecosistemas frágiles; un caso especial es la conversión de los ambientes de manglar. Mientras más extensiva es la explotación, requerirá áreas mayores y será mayor la amenaza de transformación del hábitat (Fonseca, 2010).

En la camaronicultura los efluentes podrían contener nutrientes (nitrógeno y fósforo) que pueden causar la eutrofización (Moroyoqui-Rojo *et al.*, 2012), la concentración dependerá de las tasas de alimento utilizadas, las densidades de siembre y uso adecuado del concentrado alimenticio.

La construcción de estanques en zonas de manglar implica un impacto significativo en la destrucción de los manglares en todo el mundo (Aguilera, 1998). El impacto ambiental de la camaronicultura puede ser minimizado si el sistema de cultivo y los efluentes son manejados adecuadamente. El tipo de alimento como tamaño de partícula y su nivel proteico además de las estrategias de alimentación son aspectos a considerar para minimizar la descarga de nutrientes. El alimento no consumido es probablemente la principal fuente de contaminación de estanques acuícolas, así como de los sistemas receptores de los efluentes (Montera, 2013). Otras alternativas para reducir este impacto es el uso de procesos biológicos tales como biofiltros sumergidos, filtros percoladores y reactores de lecho fluidizado se emplean para la oxidación de materia orgánica o la desnitrificación. Estos métodos de tratamiento tienen las desventajas de producir lodos, que requieren más energía y un mantenimiento frecuente (Moroyoqui-Rojo *et al.*, 2012).

Los mangles son una de las macrófitas que capturan grandes cantidades de nutrientes incorporándolos en sus tejidos a través del proceso de remoción. En algunos estudios las plántulas de mangle contribuyeron a mejorar la calidad del agua a través de la remoción de nutrientes. Los datos obtenidos sugirieron que un policultivo de mangles y camarones en estanques de cultivo podría ser eficaz para tratar las aguas residuales, simulando los procesos que ocurren en los humedales naturales (Moroyoqui-Rojo *et al.*, 2012).



A causa de la rápida expansión del cultivo de camarón, muchos países productores han realizado esfuerzos para cumplir con el concepto de acuicultura responsable, tal como se detalla en el Artículo 9 del Código de Conducta de Pesca Responsable (CCRF) de la FAO. La formulación y adopción de Buenas Prácticas de Manejo BPM (Buenas Prácticas Acuícolas BPA) están empezando a prevalecer en aras de una mayor bioseguridad, incrementar la eficacia de los costos, reducir los residuos de productos químicos e incrementar la trazabilidad (Fonseca, 2010).

Para mitigar los impactos de la industria se ha creado nuevos sistemas que no requieren la utilización de las zonas intermareales de manglares y algunos manglares se han replantado. Las tecnologías de cultivo en áreas interiores (tierra adentro) se han mejorado, empleando un mínimo de agua de mar en estanques recubiertos con membranas a fin de prevenir la salinización del subsuelo.

Actualmente se practican sistemas de cultivo cerrados que no requieren agua fresca ni descargas, junto con mejores prácticas de manejo para prevenir la contaminación de aguas costeras. Subsisten conflictos sociales, pero la industria del cultivo de camarón emplea a miles de habitantes rurales, que estarían en peores condiciones sin esta fuente de empleo.

A futuro la adopción de tecnologías responsables con el medio ambiental podrá contribuir a reducir algunos efectos sobre el entorno (Fonseca, 2010).

## **Producción de camarón en Costa Rica**

Según datos reportados por los productores nacionales, la semilla o post larva se obtiene de laboratorios locales que importan nauplios de camarón de países de la región y realizan una fase de desarrollo previa para posteriormente suministrar la post larva a los productores con una talla de clasificación PL 10.

Las densidades de siembra que se utilizan en Costa Rica fluctúan entre 8.0 a 12.0 post larvas por metro cuadrado, con tasa de mortalidad a la cosecha entre 55 y 65%, una tasa de crecimiento de 1.0 g/semana, un factor de conversión alimenticia mayor o igual a 1.5, dos cosechas por año y peso de cosecha de 12.0 g promedio.

Con el fin de proyectar la producción de camarón en el área de interés se crearon tres escenarios para producción de camarón, una densidad de siembra en estanques de 12 individuos por metro cuadrado, un peso de cosecha de 12.0 g y sobrevivencias de 55, 60 y 70%

Los tres escenarios generan una proyección de la producción esperada para la zona de interés, la casilla Área m<sup>2</sup> representa el área total de estanques con potencial de uso para la producción de camarón marino para las zonas de Colorado, San Buenaventura y Nispero (Tablas 6,7 y 8).

Las 264,32 Ha referidas en los siguientes cuadros están distribuidas 79.96 Ha para el sector de Colorado, 94.37 Ha para el sector de San Buenaventura y 90 Ha para el sector de Nispero, utilizadas para producción de camarón y sal en algunos casos.



Tabla 6. Producción en tm/año del área productiva para camarón con sobrevivencia de 55%, 60% a 70% en la **zona de Colorado**

| Hectáreas | Area m <sup>2</sup> | Densidad | Ciclos | Peso cosecha (kg) | kg totales | Kg con 55% sobrevivencia | tm/año       |
|-----------|---------------------|----------|--------|-------------------|------------|--------------------------|--------------|
| 79,96     | 10000               | 12       | 2      | 0,012             | 230285     | 126657                   | <b>126,7</b> |

| Hectáreas | Area m <sup>2</sup> | Densidad | Ciclos | Peso cosecha (kg) | kg totales | Kg con 60% sobrevivencia | tm/año       |
|-----------|---------------------|----------|--------|-------------------|------------|--------------------------|--------------|
| 79,96     | 10000               | 12       | 2      | 0,012             | 230285     | 138171                   | <b>138,2</b> |

| Hectáreas | Area m <sup>2</sup> | Densidad | Ciclos | Peso cosecha (kg) | kg totales | Kg con 70% sobrevivencia | tm/año       |
|-----------|---------------------|----------|--------|-------------------|------------|--------------------------|--------------|
| 79,96     | 10000               | 12       | 2      | 0,012             | 230285     | 161199                   | <b>161,2</b> |

Hectáreas: 1.0 Ha / 10 000 m

Densidad: N° de individuos sembrado por metro cuadrado

Peso de cosecha: 12 g

Sobrevida: 70% a 55%

Tabla 7. Producción en tm/año del área productiva para camarón con sobrevivencia de 55, 60% a 70% en la zona de **San Buenaventura**.

| Hectáreas | Area m <sup>2</sup> | Densidad | Ciclos | Peso cosecha (kg) | kg totales | Kg con 55% sobrevivencia | tm/año       |
|-----------|---------------------|----------|--------|-------------------|------------|--------------------------|--------------|
| 94,37     | 10000               | 12       | 2      | 0,012             | 271786     | 149482                   | <b>149,5</b> |

| Hectáreas | Area m <sup>2</sup> | Densidad | Ciclos | Peso cosecha (kg) | kg totales | Kg con 60% sobrevivencia | tm/año       |
|-----------|---------------------|----------|--------|-------------------|------------|--------------------------|--------------|
| 94,37     | 10000               | 12       | 2      | 0,012             | 271786     | 163071                   | <b>163,1</b> |

| Hectáreas | Area m <sup>2</sup> | Densidad | Ciclos | Peso cosecha (kg) | kg totales | Kg con 70% sobrevivencia | tm/año       |
|-----------|---------------------|----------|--------|-------------------|------------|--------------------------|--------------|
| 94,37     | 10000               | 12       | 2      | 0,012             | 271786     | 190250                   | <b>190,2</b> |

Hectáreas: 1.0 Ha / 10 000 m

Densidad: N° de individuos sembrado por metro cuadrado

Peso de cosecha: 12 g

Sobrevida: 70% a 55%



Tabla 8. Producción en tm/año del área productiva para camarón con sobrevivencia de 55, 60% a 70% en la **zona de Níspero**

| Hectáreas | Area m <sup>2</sup> | Densidad | Ciclos | Peso cosecha (kg) | kg totales | Kg con 55% sobrevivencia | tm/año       |
|-----------|---------------------|----------|--------|-------------------|------------|--------------------------|--------------|
| 90        | 10000               | 12       | 2      | 0,012             | 259200     | 142560                   | <b>142,6</b> |

| Hectáreas | Area m <sup>2</sup> | Densidad | Ciclos | Peso cosecha (kg) | kg totales | Kg con 60% sobrevivencia | tm/año       |
|-----------|---------------------|----------|--------|-------------------|------------|--------------------------|--------------|
| 90        | 10000               | 12       | 2      | 0,012             | 259200     | 155520                   | <b>155,5</b> |

| Hectáreas | Area m <sup>2</sup> | Densidad | Ciclos | Peso cosecha (kg) | kg totales | Kg con 70% sobrevivencia | tm/año       |
|-----------|---------------------|----------|--------|-------------------|------------|--------------------------|--------------|
| 90        | 10000               | 12       | 2      | 0,012             | 259200     | 181440                   | <b>181,4</b> |

Hectáreas: 1.0 Ha / 10 000 m

Densidad: N° de individuos sembrado por metro cuadrado

Peso de cosecha: 12 g

Sobrevida: 70% a 55%

### Condición actual de estado del permiso de uso

Actualmente existen 22 permisos al día y vigentes, con un área de producción ya sea de sal o camarón de 219,77 hectáreas. Existe además 5 áreas que hoy día califican como potenciales permisos nuevos al amparo de la ley 9814, que representan un área de 39,823 hectáreas, y además hay un permiso en trámite de renovación con un área de 4,7359 hectáreas. Esto nos da un total de 264,32 hectáreas potencialmente productivas de sal o de camarón (Tabla 9).

Tabla 9. Áreas según su condición actual de estado del permiso de uso y áreas cerradas

| Estado actual                          | Cantidad de permisos | Área Total (Ha) |
|--|----------------------|-----------------|
| Permisos de uso vigentes               | 22                   | 219,77          |
| Permisos de uso potenciales (ley 9814) | 5                    | 39,823          |
| Permisos en trámite de renovación      | 1                    | 4,7359          |
| <b>Total</b>                           | <b>28</b>            | <b>264,3289</b> |
| *Áreas cerradas                        | 11                   | 160,347         |
| **Estanque en propiedad privada        | 1                    | 30              |

\*Áreas cerradas por la Administración del ACAT por alguna causal. **Estas áreas se han mantenido en la actividad de producción de camarón de cultivo y actualmente se presenta una propuesta de normativa (Interpretación auténtica de la ley) que permita en el futuro otorgar permisos de uso de estas áreas para la producción de sal y camarón.**

\*\* Terreno titulado en proceso de estudio Registral Inmobiliario Expediente 2021-287-RIM



### **7.2.3 Cadena de comercialización**

La cosecha de camarón se realiza de manera programada, cada productor se encarga de coordinar la cosecha del estanque, considerando entre otras cosas las condiciones de marea para realizar el drenado del estanque, el estado de muda de la población de camarón y movimientos de luna que pueden afectar el comportamiento de los camarones.

El productor realiza la extracción y comercialización del producto a un intermediario que normalmente a su vez pacta el precio con la planta de proceso y esta última vende a comerciantes o distribuidores en el mercado nacional.



La planta de proceso envía inspectores de calidad a la finca para supervisar la cosecha los traslados del producto hasta la planta. La venta y negociación se realiza directamente entre los interesados ya sea el intermediario y/o la planta para lo cual se emplea una tabla de referencia al precio y rangos de peso (Figura 5).

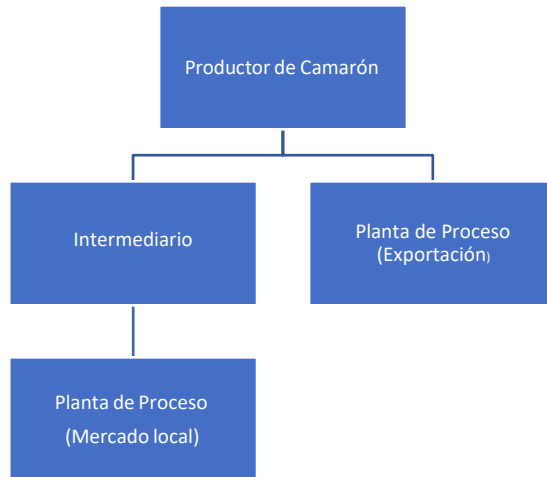


Figura 5. Cadena de Comercialización del camarón de Cultivo (Elaboración propia)

El precio del camarón fluctúa entre ₡1 800 y ₡3 800 el kilogramo dependiendo del tamaño y el comprador. Así también hay variaciones en los precios dependiendo la oferta en el país de camarón importado de países como Nicaragua y Panamá (Tabla 6).

Tabla 9. Precio de camarón de acuerdo con el peso de cosecha y categorización por talla

| GRAMOS |      | TALLA  | PRECIO     |
|--------|------|--------|------------|
| 6,5    | 7,9  | 91-110 | ₡ 1 850,00 |
| 8      | 10,9 | 71-90  | ₡ 2 100,00 |
| 11     | 12,9 | 61-70  | ₡ 2 300,00 |
| 13     | 14,9 | 51-60  | ₡ 2 500,00 |
| 15     | 17,9 | 41-50  | ₡ 2 700,00 |
| 18     | 20,9 | 36-40  | ₡ 2 800,00 |
| 21     | 24,9 | 31-35  | ₡ 3 000,00 |
| 25     | 27,9 | 26-30  | ₡ 3 600,00 |
| 28     | 33,9 | 21-25  | ₡ 3 800,00 |
| 34     | 44   | 16-20  | ₡ 3 800,00 |

Comunicación personal Germán Ávila 2022.



## Legislación actual

Debido a la rápida expansión y a la creciente conciencia de los impactos negativos de las prácticas de cultivo de camarón sobre el ambiente y su propia producción, muchos países productores de camarón están realizando genuinos esfuerzos para cumplir con el concepto de acuicultura responsable, tal como se detalla en el Artículo 9 del Código de Conducta de Pesca Responsable (CCRF) de la FAO. La formulación y adopción de Buenas Prácticas de Manejo “BPM” (Buenas Prácticas Acuícolas – BPA) están empezando a prevalecer en aras de una mayor bioseguridad, incrementar la eficiencia en costos, reducir los residuos de productos químicos e incrementar la trazabilidad. La certificación de cultivo orgánico del camarón se está considerando seriamente. Las normas de HACCP e ISO, ya en práctica en las plantas de procesamiento y alimentos, se están adoptando para las granjas e incubadoras. La FAO y otras organizaciones han desarrollado un sistema de lineamientos y Buenas Prácticas Acuícolas para ayudar a los países productores a cumplir con los diversos aspectos del Código de Conducta de Pesca Responsable CCRF (FAO, 2009).

De acuerdo con la Ley de Zona Marítimo Terrestre 6043, establece que las zonas de manglar están catalogadas como una zona pública, de naturaleza demanial, imprescriptible e inalienable y con base en la Ley Forestal no se permite ningún tipo de uso excepto la protección absoluta y recuperación del mangle y la Ley Orgánica del Ambiente establece a los manglares como áreas silvestres protegidas que ostentan la categoría de manejo de humedales. Como están fuera del comercio, no pueden ser objeto de posesión, aunque se puede adquirir un derecho al aprovechamiento, aunque no un derecho a la propiedad. En esta ley se establece una franja de 200 metros a partir de la pleamar ordinaria que constituye parte del Patrimonio Natural del Estado (PNE) cuya jurisdicción corresponde a las municipalidades costeras y la divide en dos zonas: a. Pública (50 metros desde la pleamar ordinaria, así como islotes, peñasco y todos los manglares y esteros litorales, independientemente de su extensión) y b. Restringida (150 metros posteriores a la zona pública, o en el caso de los manglares, a partir de la línea de vegetación de los mismos y hasta su límite posterior)

El instrumento de planificación que permite orientar la gestión de un área silvestre protegida hacia el cumplimiento de sus objetivos de conservación a largo plazo. Se fundamenta en líneas de acción estratégicas a mediano plazo y en objetivos de manejo para los elementos naturales y culturales incluidos dentro del área, así como en la relación de estos últimos con su entorno socio ambiental. Es la base para el desarrollo de otros instrumentos de planificación y reglamentación de las Áreas Silvestres Protegidas.

Según el inciso h) del artículo 7 de la Ley de Conservación de la Vida Silvestre, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación protege, supervisa y administra los humedales con un enfoque ecosistémico; que en fundamento en la Ley N°8436 Ley de Pesca y Acuicultura, en los numerales 9 y 13 se incorpora una actividad permitida en algunos sitios del Patrimonio Natural del Estado, entre ellos, los humedales que por sus características y condiciones resulten de importancia para el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, de manera restringida y solo cuando existan Planes Generales de Manejo, sustentados en estudios técnicos y científicos que los respalden, mismos que serán elaborados por el MINAE.



Por otra parte, la Ley de Pesca y Acuicultura, faculta al MINAE y al INCOPECA para que, de común acuerdo, establezcan y aprueben, planes de manejo conjunto de recursos marinos de los humedales para el aprovechamiento racional de los recursos acuáticos, excepto en los comprendidos en parques nacionales y reservas biológicas

Por lo que, en armonía con el uso racional de los humedales dispuesto en la Convención Ramsar, los artículos 1 y 6 del Convenio sobre la Diversidad Biológica obligan a los Estados firmantes a perseguir la utilización sostenible de los componentes de la biodiversidad, mediante el enfoque por ecosistemas.

De conformidad a las normas supranacionales, en relación con disposiciones jurídicas nacionales, su uso racional y múltiple abarca o incluye, pero no agota, los usos autorizados por el artículo 18 de la Ley Forestal para el Patrimonio Natural del Estado. Siendo imperativo cumplir con el mandato normativo de crear, en el contexto de los planes generales de manejo de los humedales, los planes de manejo conjunto de sus recursos marinos, para el aprovechamiento racional de los recursos acuáticos, correspondiéndole al INCOPECA otorgar licencias o autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos; estableciéndose el decreto N° 39411-MINAE-MAG para el Aprovechamiento Racional de los Recursos Acuáticos Aprobados en los Planes Generales de Manejo de los Humedales, que tiene como objetivo:

“Establecer la posibilidad de aprovechamiento racional de los recursos acuáticos del manglar, mediante los lineamientos que dicte los respectivos planes generales de manejo en estas Áreas Silvestres Protegidas”.

En donde se faculta al MINAE-SINAC y al INCOPECA para que, de común acuerdo, establezcan y aprueben, planes de manejo conjunto de recursos marinos de los humedales para el aprovechamiento racional de los recursos acuáticos, excepto en los comprendidos en parques nacionales y reservas biológicas. Se entiende que el plan de manejo conjunto aludido, constituye un plan de manejo específico, en el marco de lo dispuesto por la Guía elaborada por el MINAE-SINAC para la elaboración de los Planes Generales de Manejo; en donde, se tomará el principio precautorio, el principio de la objetivación de la tutela ambiental o principio de la vinculación a la ciencia y a la técnica, el principio de razonabilidad como parámetro de constitucionalidad, el principio de interdicción de la arbitrariedad, el principio preventivo contra el deterioro de los recursos naturales, el principio de uso racional de los recursos y el principio de explotación racional de la tierra. En este caso específico para el Camarón de Cultivo considerando lo establecido en la Ley 9814 “Ley para Regular la Producción Sostenible de Sal y Camarón de Cultivo en Modalidad Convencional y Orgánica” y su reglamento Decreto Ejecutivo N°43333 MINAE-MAG.



## 8. RESULTADOS ESPERADOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

- 1) La actividad de producción de camarón de cultivo se formaliza y los usuarios cuentan con sus |
- 2) Los volúmenes de Producción de Camarón a nivel nacional se recuperan de acuerdo con el uso de área productiva definida en este Plan.
- 3) Con la implementación del Plan se procura que la actividad de la producción de camarón de Cultivo se desarrolle y diferencie por ser una producción sostenible y con prácticas amigables con su entorno y ambiente.
- 4) La producción de camarón se consolida bajo una estructura productiva basada en las áreas para tal fin definidas en este Plan.
- 5) Se consolida la zona de alta intensidad como área de producción de camarón de cultivo y/o sal.
- 6) Se fortalecen las capacidades administrativas de la Cámara de Productores de Camarón (CAPROCAM), facilitando una mejor gestión del recurso.
- 7) Se fortalecen las capacidades operativas de los productores para el manejo de cultivo de camarón y participación en investigaciones científicas.



## 9. RECOMENDACIONES

- 1) Visitar las granjas de producción de Camarón para verificar que se cumpla lo establecido en este Plan de Aprovechamiento.
- 2) Fortalecer las capacidades de cohesión de la Cámara de Productores de Camarón u Asociaciones, para lograr una producción y comercialización de conformidad con las herramientas de manejo y la normativa vigente.
- 3) El SINAC y el INCOPECA deben considerar apoyar las iniciativas promovidas por la Cámara de Productores de Camarón u Asociaciones para fortalecer a sus miembros con capacitaciones o entrenamientos sobre gestión del recurso.
- 4) Los líderes de las agrupaciones deben realizar procesos internos de concienciación de sus miembros para que respeten la zonificación y áreas de regeneración.
- 5) El SINAC, el INCOPECA y las organizaciones de Productores de Camarón deben promover la investigación científica, social, biológica y ambiental requerida para mejorar la gestión del recurso camarón de cultivo.
- 6) El INCOPECA debe realizar los análisis anuales de los datos de producción de camarón de cultivo y compartir los resultados con la Cámara de Productores de Camarón, el SINAC y otras instituciones.
- 7) Impulsar iniciativas que apoyen la comercialización del camarón de cultivo con sello de denominación de origen y trazabilidad.



## Referencias

Acuña-Piedra, F., Quesada-Román, A. y Vargas-Bolaños, C. (2018). Cobertura y Distribución de las Especies de Mangle en el Humedal Nacional Térraba-Sierpe, Costa Rica. *Anuário do Instituto de Geociências*, 41(1), 120-129.

Aguilera, M. M. 1998. Los cultivos de camarones en la Costa Caribe colombiana. 2: 1-50

Alfaro, J., Palacios, J., Tito, M., Alvade y R. A. Angulo. (1993). Reproducción del camarón *Penaeus occidentalis* (Decapoda; Penaeidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 41 (3): 563-572

Arrieta, A. (2020). Caracterización del manglar de Jicaral, Puntarenas, como insumo básico para la elaboración de un plan de recuperación del ecosistema. Tesis de Licenciatura de la Universidad Nacional.

Bulgarelli, V. (1996). Dictamen: 102. SINALEVI.

Cobo, R., y Pérez, L. (2018). Aspectos generales del cultivo y la genética del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 35,(1): 18-23

FAO. 2009. *Penaeus vannamei*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Briggs, M. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. Recuperado en octubre 10, 2022, disponible en [https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es\\_whitelegs\\_hrimp.htm#:~:text=Penaeus%20vannamei%20se%20encuentra%20en,estuarios%2C%20lagunas%20costeras%20y%20manglares](https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_whitelegs_hrimp.htm#:~:text=Penaeus%20vannamei%20se%20encuentra%20en,estuarios%2C%20lagunas%20costeras%20y%20manglares).

FAO. 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Recuperado en octubre 10, 2022, disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>

Fonseca, M. (2010). Industry of shrimp: its responsibility in the loss of the mangrove ecosystems and the aquatic pollution. *REDVET*, 11(5).

INCOPESCA. (2014). La acuicultura en Costa Rica.

La Gaceta. (2016). Reglamento para el Aprovechamiento Racional de los Recursos Acuáticos Aprobados en los Planes Generales de Manejo de los Humedales. N° 37 del 23 de febrero, 2016. Imprenta Nacional. San José. Costa Rica.

Montera, E. D. 2013. Biorremediación de efluentes de la camaronicultura. Universidad Veracruzana. 68 p

Moroyoqui-Rojo, L., F. J. Flores-Verdugo., G. Hernández-Carmona., M. Casas-Valdez., R. Cervantes-Duarte. y E. H. Nava-Sánchez. 2012. Remoción de nutrientes con dos especies de mangle (*Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*) en estanques experimentales de cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*). 38(2): 333-346.

Palacios, J. A., R. A. Rodríguez & R. A. Angulo. 1993. Estructura poblacional de *Penaeus stylirostris*, (Decápoda; Penaeidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 41 (2): 233-237



Peña Navarro, N., & Chacón Guzmán, J. (2019). Acuicultura en Costa Rica. World Aquaculture Magazine 50(2):23–28.

Proyecto Humedales de SINACPNUD-GEF. (2018). Inventario Nacional de Humedales. SINAC/PNUD/GEF. 172 pp.

Quintero., L. A., E. A. Agudelo., Y. A. Quintana., S. A. Cardona., A. F. Osorio. 2010. Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros enpuestos colombianos. Revista Gestión y Ambiente. 13 (3): 51-64.

Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95- 0030-05).

Tabash, B. F. & J. A. Palacios. 1996. Stock assessment of two penaeid prawn species, *Penaeus occidentalis* and *Penaeus stylirostris* (Decapoda: Penaeidae) in Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev.Biol. Trop. 44: 595-602.

Vergara, J. (2021). Relación entre parámetros ambientales y el crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Camarón Blanco), caso Camaroneras Pinguimar S. A. Tesis de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Ecuador.

Aprobado por:

Ing. Alexander León Campos  
Director Área de Conservación Arenal Tempisque

Lic. Miguel Durán Delgado  
Director de Ordenamiento Pesquero y Acuícola

MSc. Carlos Alvarado Ruiz

Director de Fomento Pesquero y Acuícola