

**Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) del Cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR**



# **Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) del Cangrejo Rojo Americano (*Procambarus clarkii*) para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR**

2

**DIRECCIÓN DE RECURSOS NATURALES  
DRN**

**Néstor Guillermo Franco González  
DIRECTOR GENERAL**

**Cesar Clavijo Ríos  
DIRECTOR TÉCNICO DRN**

**John Eduard Rojas Rojas  
COORDINADOR GRUPO DE BIODIVERSIDAD DRN**

**Julio Cesar Sánchez Piraquive  
Médico Veterinario y Zootecnista.**

**Nelson Londoño Gutiérrez  
Biólogo-MSc**

**Corporación Autónoma  
Regional de Cundinamarca CAR**

**2018**

Londoño G. 2017©



[www.car.gov.co](http://www.car.gov.co)

. Avenida La Esperanza # 62 – 49, Centro Comercial  
Gran Estación costado Esfera, pisos 5 y 6.

Bogotá, D.C. - Colombia [sau@car.gov.co](mailto:sau@car.gov.co)

Protección Ambiental... Responsabilidad de Todos Bogotá, D. C. Avenida La Esperanza # 62 – 49, Centro Comercial  
Gran Estación costado Esfera, pisos 5 y 6. Correo electrónico: [sau@car.gov.co](mailto:sau@car.gov.co)



Los textos de este documento podrán ser utilizados total o parcialmente siempre y cuando sea citada la fuente.

**Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca**  
**Bogotá-Colombia, Octubre 2018**

Este documento deberá citarse como:

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. 2017. Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) del Cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. 64p.



2018. Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) del Cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. Todos los derechos reservados.

## Tabla de contenido

1. Introducción.....	<b>(7)</b>
2. Objetivos generales y específicos del plan.....	<b>(8)</b>
General.....	<b>(8)</b>
Específicos.....	<b>(8)</b>
3. Taxonomía, distribución, biología y ecología de la especie.....	<b>(9)</b>
3.1 Taxonomía.....	<b>(9)</b>
3.2 Biología y ecología de la especie.....	<b>(10)</b>
3.2.1 Aspectos morfológicos.....	<b>(10)</b>
3.2.2. Reproducción.....	<b>(11)</b>
3.2.3 Ecología trófica.....	<b>(12)</b>
3.2.4. Comportamiento.....	<b>(16)</b>
3.2.5. Genética.....	<b>(17)</b>
4. Árbol de problemas.....	<b>(20)</b>
5. Población de la especie .....	<b>(23)</b>
6. Impactos.....	<b>(25)</b>
7. Marco socio-político.....	<b>(26)</b>
7.1 Descripción del contexto geográfico del presente plan.....	<b>(28)</b>
7.2 Descripción del contexto socioeconómico político del área.....	<b>(29)</b>
8. Marco jurídico.....	<b>(29)</b>
9. Metodología del diagnóstico y formulación del Plan.....	<b>(30)</b>
10. Diagnóstico del estado de la especie en el territorio CAR.....	<b>(31)</b>
11. Líneas de acción en el marco del plan.....	<b>(36)</b>
11.1 Investigación y conocimiento. ....	<b>(36)</b>

11.2 Control, manejo erradicación y disposición final.....	<b>(37)</b>
11.3. Línea de acción, divulgación y capacitación.....	<b>(45)</b>
12. Plan de acción: líneas de acción, estrategias, acciones, responsables, tiempos, matriz de indicadores.....	<b>(46)</b>
13. Propuesta de estrategia financiera. ....	<b>(52)</b>
14. Seguimiento y evaluación del plan de acción (indicadores para el seguimiento. ....	<b>(55)</b>
15. Bibliografía.....	<b>(61)</b>
16. Índice de siglas.....	<b>(63)</b>
17. Anexos: cartografía, matrices de información o bases de datos.....	<b>(64)</b>

## 1. Introducción



Las actividades humanas como la agricultura, la acuicultura, la recreación y el transporte promueven la difusión de las especies a través de sus barreras naturales de dispersión, un proceso que se ha acelerado debido a la globalización. La translocación de especies puede ser intencional o accidental aunque la mayoría de los organismos mueren durante el transporte o poco después de su liberación. Las especies que se convierten en invasoras son aquellas que persisten, se establecen y causan efectos negativos en la salud humana, la economía, la biodiversidad nativa y la función del ecosistema (Kolar y Lodge, 2001).

La introducción de especies exóticas es una de las principales amenazas para la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas (Carlton, 1996; Lodge et al., 2000). Algunas de las especies invasoras de agua dulce más conocidas son el mejillón cebra, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), la almeja asiática, *Corbicula fulminea* (Müller, 1774), la perca del Nilo *Lates niloticus* (Linnaeus, 1758) y el cangrejo rojo, *Procambarus clarkii*, que han afectado en gran medida los ríos y lagos de todo el mundo (Nalepa y Schloesser, 1993).

*Procambarus clarkii*, también conocido como cangrejo de pantano rojo o cangrejo de Louisiana, es nativo del noreste de México y el sur de Estados Unidos; Se ha introducido en todos los continentes, excepto en la Antártida y en Oceanía, y ahora se considera la especie de cangrejo de agua dulce más cosmopolita del mundo (Hobbs, 1988; Gutiérrez, Yurrita et al., 1999; Lindchvist y Huner, 1999; Gherardi, 2006; Chucholl, 2011). De forma general, esta especie presenta buena tolerancia a una amplia gama de condiciones ambientales, una elevada capacidad de adaptación, una tasa de crecimiento elevada y una estrategia de alimentación flexible (Hobbs et al., 1989, Gutiérrez-Yurrita et al., 1999, Alcorlo et al., 2004; South-Grosset et al., 2006; Gherardi, 2007), características que favorecen su establecimiento en nuevos hábitats disponibles.

Uno de los desafíos más grandes para entender y manejar, las invasiones biológicas radican en comprender qué características biológicas y ecológicas podría favorecer la colonización y el establecimiento de especies exóticas en nuevas áreas, así como

patrones de propagación del establecimiento y cómo especies invasoras pueden competir con especies nativas.

El presente plan de manejo, a partir de la información sobre la ecología, la biología y la dinámica de *Procambarus clarkii* en la Jurisdicción CAR, tiene como objetivo establecer las estrategias y acciones que permitan reconocer las amenazas potenciales que esta especie plantea a la biodiversidad, los ecosistemas y la salud humana, y definir las estrategias de prevención, mitigación, manejo y control de la especie.

## 2. Objetivos generales y específicos del plan

### General

Generar el conocimiento sobre la dinámica ecológica en el territorio CAR del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) y formular las estrategias de prevención, manejo y control de la especie.

### Específicos

- Generar información permanente y actualizada sobre la reproducción, comportamiento, distribución y dispersión de *Procambarus clarkii* en los diferentes ecosistemas de la Jurisdicción CAR.
- Identificar y evaluar los impactos que ocasiona el *Procambarus clarkii* sobre la biodiversidad y el medio ambiente de la Jurisdicción CAR.
- Identificar y evaluar los impactos que ocasiona el *Procambarus clarkii* sobre la salud pública y los sectores productivos de la Jurisdicción CAR.
- Establecer las estrategias, programas y acciones para el control, manejo y control, de las poblaciones de Cangrejo Rojo Americano.
- Informar, divulgar y capacitar de manera oportuna y eficaz a las instituciones y a la sociedad para que se asuma responsablemente las acciones de prevención, manejo y control del cangrejo rojo americano.



### 3. Taxonomía, distribución, biología y ecología de la especie

#### 3.1 Taxonomía

**Nombre Científico:** *Procambarus clarkii* (Girard, 1852)

**Sinonimia:** *Cambarus Clarkii* Girard, 1852; *Cambarus clarkii* Faxon 1898; *Procambarus clarkii* Hobbs 1942.

**Nombres comunes:** Americano, pantano rojo o cangrejo de río / langosta de Luisiana (inglés); Ecrevisse de Luisiana, Ecrevisse rouge de Lousiane, Ecrevisse rouge des marais, Ecrevisse rouge d'Amérique (francés); Rode rivierkreeft (holandés); Roter Amerikanischer Sumpfkrebs, Louisiana-Flusskrebs (alemán); Gambero rosso della Louisian (italiano); Lagostim rojo (portugués); Cangrejo de las Marismas, Cangrejo Americano (Español).

**Posición taxonómica:**

**Reino:** Animalia

**Filum:** Artrópoda

**Clase:** Malacostraca

**Orden:** Decapoda

**Familia:** Cambaridae

**Género:** *Procambarus*

**Especie:** *clarkii*



## 3.2 Biología y ecología de la especie.

### 3.2.1 Aspectos morfológicos:

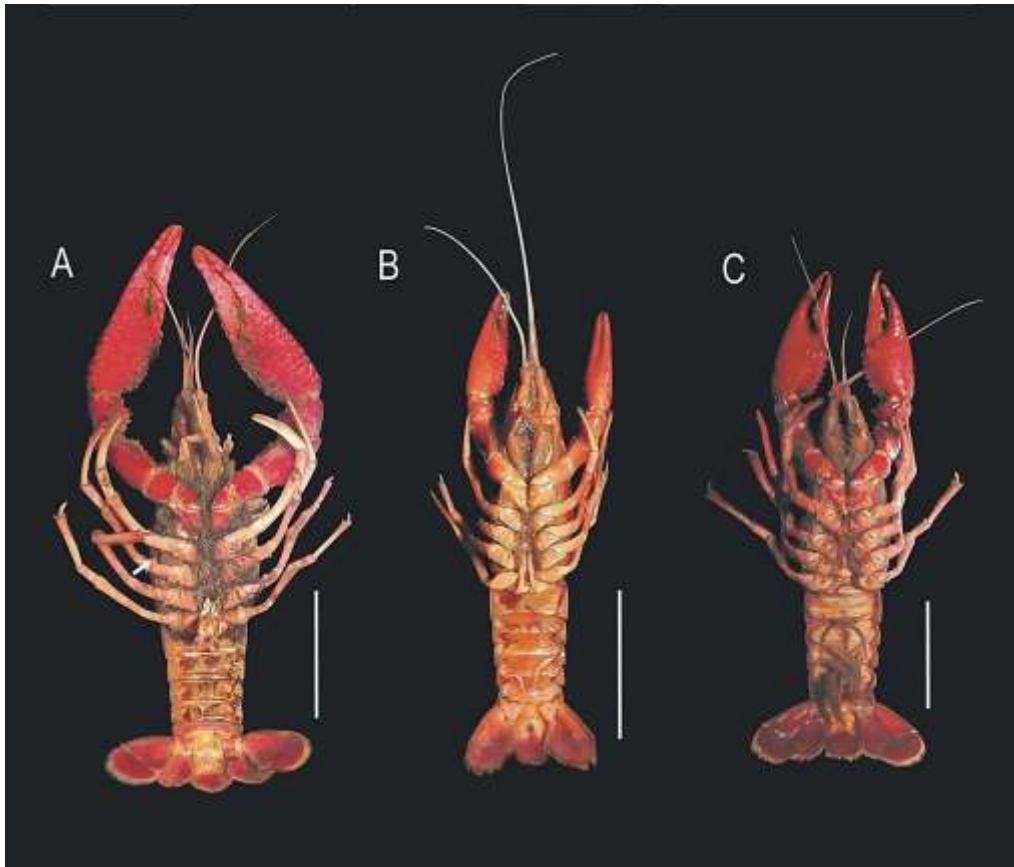
El cuerpo de *Procambarus clarkii*, como un típico crustáceo decápodo, se divide en cefalotórax y abdomen, ambas partes tienen apéndices siguiendo el patrón del decápodo (Hobbs, 1974). Los apéndices abdominales llamados pleópodos no siempre están presentes en los machos decápodos, pero en esta especie, están presentes tanto en machos como en hembras (Hobbs, 1974). Los apéndices torácicos (pereiopods) son cinco en número, como de costumbre, pero los primeros 3 pares son quelatos, que es una característica del infraorden Astacidea (Taylor, 2002; Crandall y Buhay, 2008; Gherardi et al., 2010).

El color del caparazón es rojo oscuro, naranja o rojizo, aunque se conocen variedades azules, amarillas, blancas y negras (Gherardi, 2011); Las tenazas son típicamente rojas en ambas superficies. Los juveniles suelen ser de color verde claro con una estrecha banda oscura a cada lado del abdomen y una banda más ligera más amplia a lo largo de la superficie dorsal. Los especímenes adultos pueden medir hasta 15 centímetros de longitud total, aunque la mayoría de los individuos son de hasta 12 centímetros (Henttonen y Huner, 1999).

Esta especie presenta dimorfismo sexual externo y el sexo se puede distinguir por la posición de los poros genitales. Las aberturas genitales se localizan en el coxopodito del tercer par de pereiopodos en hembras y en el quinto par de pereiopodos en machos (Holdich y Lowery, 1988). Por otra parte, los machos tienen un órgano copulador formado por una modificación del primer y segundo par de pleópodos (Fig. 1A), mientras que en las hembras el primer par de apéndices abdominales es vestigial y el segundo no tiene ninguna modificación (Sukô, 1953 Huner, 1981).

Del mismo modo que la mayoría de las especies de cangrejos, *P. clarkii* tiene reproducción sexual. La madurez sexual se alcanza en aproximadamente tres meses y, dependiendo del clima, puede producir dos o tres generaciones al año (Dörr et al., 2006). En los machos adultos, se pueden observar dos morfotipos diferentes que se alternan entre sí: la forma reproductiva o el macho tipo I, con anzuelos en la isquemia de los 3° y 4° pereiopodios y órganos copulatorios más calcificados (Fig. 1A) Reproductiva o macho tipo II, en la que faltan ganchos (Figura 1B) (Taketomi et al., 1990; Henttonen y Huner, 1999). Esta alteración del morfotipo en los machos es una característica de la familia Cambaridae (Hobbs y Jass, 1989). Un macho adulto puede permanecer como tipo I por hasta 9 meses en un año. Las hembras de *Procambarus clarkii*, por otro lado, no tienen alteración morfológica durante la fase reproductiva y

la única característica distinta es un aumento en su receptividad a los machos, lo cual puede ocurrir más de una vez al año dependiendo de las características del medio ambiente (Sukô, 1953).



**Figura 1.** Vista ventral de individuos de *Procambarus clarkii*. A: Morfotipo I masculino (forma reproductiva) que muestra el órgano copulatorio más calcificado y los ganchos copulatorios en la isquemia de los 3er y 4to pereiópodos. B: Morfotipo II macho (forma no reproductiva) sin los ganchos copuladores y el órgano copulador del suavizante. C: Hembra que muestra el primer par de apéndices abdominales que es vestigial y el anillo ventral. Barras graduadas = 2 cm. (Fuente: <http://www.scielo.br/img/revistas/nau/v23n1//0104-6497-nau-23-01-0001-gf01.jpg>).

### 3.2.2. Reproducción

El conocimiento de la estrategia reproductiva de las especies invasoras es fundamental para la comprensión de su ecología de invasión, ya que determina el potencial de aumento de la población y la expansión de , *Procambarus clarkii*, el período de apareamiento, así como el reclutamiento y la maduración sexual, varían según el periodo hidrográfico y las condiciones ambientales (Sommer, 1984; Alcorlo et al., 2008) y por lo tanto, debido a los efectos combinados de estos factores, la

reproducción puede cambiar después de que la especie se introduzca en diferentes regiones.

La reproducción está regulada por las feromonas percibidas por los receptores localizados en las antenas que son responsables del reconocimiento interespecífico e inespecífico y de la modulación del comportamiento (Ameyaw-Akumfi y Hazlet, 1975). Después del reconocimiento sexual, el macho alcanza a las hembras a través de una secuencia específica de movimientos seguida de copulación, cuando el macho da vuelta a la hembra con su superficie dorsal contra el sustrato, manteniendo sus quelípidos y ambas regiones ventrales permaneciendo en contacto. Posteriormente, el macho deposita el espermatóforo en el anillo ventral (no en el poro genital) (Fig. 1C), que es el receptáculo sexual de la hembra, situado entre las bases de las patas de caminar posteriores (Ameyaw-Akumfi, 1981; Gherardi et al., 2010).

Días, semanas o meses después del apareamiento, dependiendo de las condiciones ambientales, la hembra se protege a sí misma en una madriguera e inicia la ovoposición; Este proceso puede ocurrir en aguas abiertas, pero esto es muy poco frecuente (Holdich y Lowery, 1988). El número de huevos por nidada puede llegar a 700 (Penn, 1943; Noblitt et al., 1995) aunque depende del tamaño de la hembra y también está relacionado con la temperatura del agua, la densidad de población y la longitud del hidroperíodo (Alcorlo et al., 2008). El tiempo de desarrollo embrionario depende de la temperatura atmosférica y puede ser inhibido a menos de 10 °C (Sukô, 1953). Después de la eclosión, los juveniles se mantienen bajo el abdomen femenino durante tres semanas (Holdich y Lowery, 1988).

---

### 3.2.3 Ecología trófica

*Procambarus clarkii* es una especie generalista omnívora cuya dieta oportunista favorece su propio establecimiento exitoso en diferentes tipos de cuerpos de agua (Gutiérrez-Yurrita et al., 1999). A pesar de que su dieta en hábitats naturales no es ampliamente estudiada, se ha recopilado mucha información en su rango invasivo (D'Abramo y Robinson, 1989, Feminella y Resh, 1989, Ilhéu y Bernardo, 1993, 1995, Gutiérrez y Urrita et al., 1998, Alcorlo et al., 2004). Se informa que se alimentan de detritos vegetales y animales, macrófitos y animales vivos como moluscos, insectos, anélidos, nemátodos, platinohelminchos, renacuajos y alevines (Huner y Barr, 1991, Ilhéu y Bernardo, 1993; Gutiérrez-Yurrita et al., 1998, 1999, Parkyn et al, 2001, Correia, 2002, Buck et al., 2003, Cruz y Rebelo, 2005). En cuanto a los depredadores de *P. clarkii*, los más citados en la literatura son peces, aves y mamíferos como las nutrias y las capivaras (Delibes y Adrián, 1987; Holdich y Lowery, 1988); Los juveniles

también pueden ser comidos por ninfas de odonatos, larvas de coleópteros y hemípteros acuáticos (Fig. 2) (Gydemo et al., 1990).

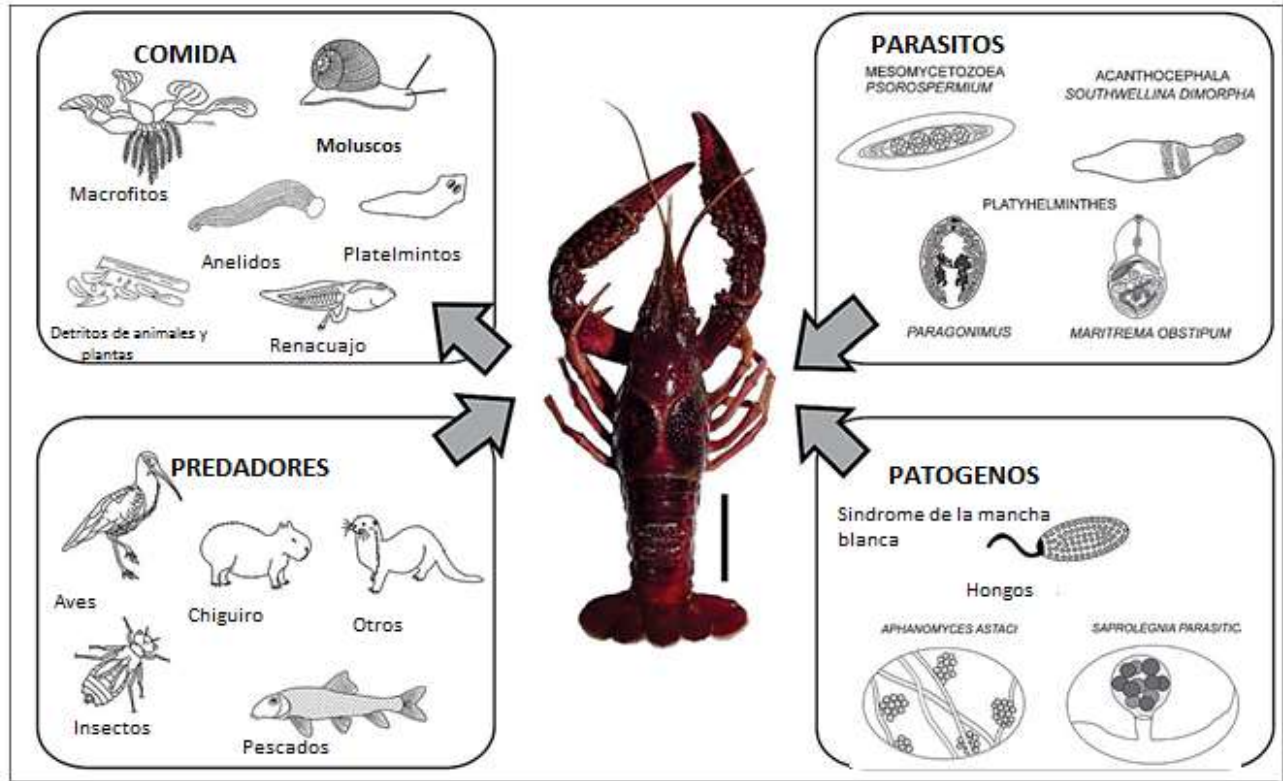
Las especies invasoras pueden traer enfermedades exóticas que pueden llegar a una severidad mucho mayor que en su área de distribución nativa (Fig. 2). De lejos, el patógeno más conocido y estudiado de *P. clarkii* es el parásito Oomycete *Aphanomyces astaci*, el agente causante de la plaga del cangrejo de río, que es letal para muchas especies de cangrejos de río (Alderman y Polglase, 1988, Holdich et al., 2009). Este patógeno infecta inicialmente la exocuticulación y después de la endocuticulación; En especies o individuos más susceptibles, penetra en la lámina basal, debajo de la capa celular de la epidermis y se propaga por todo el cuerpo, invadiendo el tejido conectivo y los vasos sanguíneos (Cerenius et al., 1988). *Aphanomyces astaci* no produce estructuras sexuales, la transmisión se produce a través de zoosporas liberadas de animales infectados y es capaz de sobrevivir durante varios días en agua y varias semanas en lodo (Alderman y Polglase, 1988; Edgerton Et al., 2002). Además de *A. astaci*, otro parásito que puede infestar el caparazón de *P. clarkii* y constituir una amenaza para otros crustáceos es *Saprolegnia parasitica* (Diéguez-Uribeondo et al., 1994).

La gran amenaza planteada por la introducción de *A. astaci*, fue el desencadenante para iniciar estudios sobre la patología del cangrejo de agua dulce a mediados de 1900 y este organismo se ha convertido en uno de los más intensamente estudiado de todas las enfermedades infecciosas de invertebrados (Alderman y Polglase 1988). Sin embargo, *P. clarkii* puede albergar muchos otros parásitos, patógenos y simbioses que no son tan estudiados como *A. astaci*, aunque algunos de ellos pueden afectar a la salud humana.

Entre los virus, el del síndrome de la mancha blanca (WSSV) es quizás el más devastador de todos los virus de los crustáceos. WSSV tiene una gama de huéspedes muy amplia, incluyendo *P. clarkii* (Chang et al., 1998, Baumgartner et al., 2009). Las infecciones bacterianas son también muy comunes y pueden ser desarrolladas por una variedad de formas Gram positivas y Gram negativas que pueden habitar su exoesqueleto externo, intestino y frecuentemente la hemolinfa (Thune, 1994). Una de las bacterias más estudiadas que afecta a *P. clarkii* es *Vibrio mimicus* (Thune, 1991) y es reconocida como causa de gastroenteritis en humanos al alimentarse de cangrejos crudos contaminados (Mac Eachern, 2010).

Con respecto a Plelmintos, son los parásitos más comunes de *P. clarkii*. El Paragonimidae, especie de *Paragonimus*, parásitos altamente evolucionados con un ciclo de vida complejo que involucra al menos tres huéspedes diferentes, es decir,

caracoles, crustáceos y mamíferos, se sabe que usan especies de cangrejo, incluyendo *P. clarkii*, como huéspedes intermedios (Sogandares- Bernal, 1965); Los adultos de *Paragonimus* residen y se aparean en los pulmones de una variedad de huéspedes mamíferos, animales salvajes y domésticos, así como seres humanos, causando una enfermedad llamada paragonimiasis (Lane et al., 2009; Procop, 2009).



**Figura 2.** Ecología trófica y relaciones bióticas de *Procambarus clarkii* con respecto a los alimentos, predadores, patógenos y parásitos. (Fuente: Taina et al., 2015)

Algunos parásitos también pueden usar *P. clarkii* como huésped intermedio, por ejemplo: algunas especies de *Microphallus* (*Microphallidae*), cuyos adultos parasitan especies de aves y peces, siendo larvas cercarias que pueden encontrarse en el hepatopáncreas de *P. clarkii* (Overstreet et al., 1992 ); *Maritrema obstipum* (Van Cleave y Mueller, 1932) (*Microphallidae*), cuyo huésped definitivo son aves y mamíferos y hospederos intermedios, tal vez crustáceos de agua dulce y caracoles, siendo larvas cercarias encontradas en las branquias y hepatopancreas de *P. clarkii* (Longshaw, 2011); *Sogandaritrema progeneticum* (Sogandares-Bernal, 1962) (*Microphallidae*) que parasita algunos cangrejos de río, incluyendo *P. clarkii* (Sogandares-Bernal, 1965; Lotz y Corkum, 1983); *Gorgoderia amplicava* (Looss, 1899) (*Gorgoderidae*), cuyo

huésped definitivo son algunas especies de anuros, puede utilizar bivalvos de agua dulce de la familia Sphaeriidae y crustáceos como huésped intermedio.

La forma inmadura de *G. amplicava* se puede encontrar en el estómago de *P. clarkii* (Longshaw, 2011). Otro ejemplo es *Macroderoides typicus* (Winfield, 1929) (Macroderoididae) que utiliza peces de agua dulce, *Amia calva* Linnaeus, 1766, como huéspedes definitivos y gastrópodos de agua dulce y cangrejos de río como huéspedes intermedios. En *P. clarkii*, se han observado quistes en el cefalotórax y las antenas (Longshaw, 2011). Los acantocéfalos son parásitos obligatorios que requieren habitualmente dos huéspedes, un invertebrado y un vertebrado. Típicamente, el huésped invertebrado es un insecto o un crustáceo y los huéspedes vertebrados pueden incluir mamíferos, aves y peces. Estos helmintos no se consideran patógenos significativos del cangrejo de agua dulce. Sin embargo, cuando hay una alta prevalencia de infección, los cangrejos de río se pueden estresar y son más susceptibles a otras enfermedades (Amin, 1998). *Southwellina dimorpha* (Schmidt, 1973) (Polymorphidae) es el acantocéfala más estudiado observado en *P. clarkii* y sus quistes se encuentran en la porción anterior del abdomen de cangrejo de río, por lo general unida a lo largo del intestino (Lantz, 1974; Alderman y Polglase, 1988).

*Procambarus clarkii* es también vulnerable a microsporidios, parásitos intracelulares pertenecientes al Phylum Microspora (Alderman y Polglase 1988). Un ejemplo es *Thelohania contejeani* (Henneg, 1892), que ha causado la mortalidad masiva de cangrejos de río en Europa (Alderman y Polglase, 1988; Dunn et al., 2009; Edgerton et al., 2002). Otra enfermedad conocida es la psorospermiasis, causada por *Psorospermium* (Mesomycetozoa) que coloniza las branquias, el hepatopáncreas, la glándula antenal, los tejidos conectivos y neurales, las membranas ováricas y el músculo cardíaco y esquelético (Hennton et al., 1994; Longshaw, 2011).

Además, una gama de ectocomensales o ectosimbiontes de un número de Phyla diferente puede infestar el exoesqueleto del cangrejo de río, incluyendo branquias. La mayoría de ellos son temnocephalans (Platyhelminthes, Temnocephalida) que no son generalmente patógenos al cangrejo de río, sin embargo, pueden deteriorar el funcionamiento apropiado de las branquias si están presentes en números tan altos como para impedir el flujo de agua en la cavidad branquial (Edgerton y otros, 2002). No se reportaron temnocefalans en *P. clarkii*, pero considerando su amplio rango de ocurrencia entre los cangrejos de río (Edgerton et al., 2002; Longshaw, 2011), se creía que el Cangrejo del Rojo de Pantano también podría estar infestado por ellos. Branchiobdellidans (Annelida, Clitellata) también puede observarse en cangrejos de

río, incluyendo *P. clarkii*, pero las infestaciones usualmente ocurren sólo cuando los individuos ya están enfermos; Los animales sanos infestados son raramente encontrados (Gelder et al., 1999).

Los temnocephalidos se encuentran predominantemente en el hemisferio sur y no hay especies de branchiobellidos que se registren naturalmente en el hemisferio sur (Holt, 1975), aunque ambos grupos se han encontrado fuera de su gama nativa, así como muchas otras enfermedades de cangrejo, debido a los movimientos antropogénicos (Gelder, 1999; Volonterio, 2009).

### 3.2.4. Comportamiento

Las diferentes características de comportamiento pueden contribuir al potencial invasor de las especies; el comportamiento agresivo, por ejemplo, puede influir en el desplazamiento competitivo de especies nativas (Dick et al., 1995, Usio et al., 2000), la locomoción y la habilidad de dispersión pueden influir en las tasas de propagación y patrones espaciales de invasión (Gherardi, 2001) y el cuidado de los parental pueden mejorar la aptitud reproductiva al aumentar la supervivencia de la cría (Marchetti et al., 2004).

*Procambarus clarkii* es un animal social con formación de jerarquías de dominancia social en adultos y juveniles (Figler et al., 1995; Issa et al., 1999). Poco se sabe acerca de cómo la relación jerárquica se forma con el tiempo y se mantiene posteriormente, a pesar de algunas evidencias mostradas por Figler et al. (1995) donde la dominancia parece estar basada en el tamaño. Los altos niveles de agresividad, la experiencia de ganar y atacar o acercarse primero también pueden contribuir a la formación y mantenimiento de una jerarquía dominante (Bovbjerg, 1956, Lowe, 1956, Copp, 1986, Issa et al. 1999).

Esta especie se define como nocturna (Gherardi, 2001) aunque algunos individuos fueron observados realizando desplazamientos largos tanto de día como de noche (Gherardi y Barbaresi, 2000; Barbaresi et al., 2004). En cuanto a su locomoción, fidelidad en el hogar y capacidad de dispersión, algunos hallazgos han sido controvertidos, lo que podría indicar que el comportamiento varía según las características ambientales. Según Gherardi y Barbaresi (2000), *P. clarkii*

Los especímenes son capaces de un uso importante del espacio, moviéndose hasta 4 Km diarios. Gherardi et al. (2002b) encontraron que la velocidad locomotora está significativamente correlacionada con el tamaño del cangrejo de río y el grado de locomoción es variable, variando de 1 a 11 m/día; en este estudio, ni la velocidad ni



la distancia caminada estaban relacionadas con el género. Barbaresi et al. (2004), por otro lado, mostró que ambos sexos se dispersan aunque los machos y las hembras utilizan el espacio de manera diferente, siendo las hembras más nómadas que los machos.

El patrón de movimiento parece ser complejo, con uno o más picos cortos de intensa locomoción (fas "errante") alternadas con periodos de movilidad escasa, con velocidades lentas o ningún movimiento (fases "fijas") (Gherardi y Barbaresi, 2000; Gherardi Et al., 2000, Gherardi et al., 2002a, Barbaresi et al., 2004, Aquiloni et al., 2005).

Al igual que muchas especies de cangrejos de río, *P. clarkii* es un cavador eficiente que utiliza una combinación de información táctil y visual, junto con el uso ambiental de señales (es decir, señales de humedad) para orientar su comportamiento de madriguera; las madrigueras se utilizan como refugio para evitar la depredación, la deshidratación y el estrés ambiental, así como para anidar (Huner y Barr, 1991; Barbaresi y Gherardi, 2006). Sin embargo, a pesar de la gran importancia de estos refugios, los individuos no parecen regresar a las madrigueras previamente ocupadas al final de sus excursiones de forrajeo a pesar del tiempo y la energía dedicada a excavarlas (Barbaresi y Gherardi, 2006).

### 3.2.5. Genética

Los análisis genéticos de las poblaciones de *Procambarus clarkii* se están llevando a cabo en todo el mundo, utilizando diferentes marcadores moleculares, se realizó un análisis genético de las poblaciones de *Procambarus clarkii* utilizando diferentes marcadores moleculares (Barbaresi et al., 2007, Yue et al., 2010, Li et al., 2012; Paulson and Martin, 2013). La información genética puede aportar información útil sobre la conexión entre las poblaciones y puede ayudar a inferir la historia de invasión de poblaciones exóticas identificando la localización del origen, los eventos de colonización y las rutas de dispersión y así contribuir a la comprensión de la dinámica de invasión y a dirigir los esfuerzos de gestión. (Wilson et al., 1999 Et al., 1999, Kreiser et al., 2000, Lee, 2002, Reynolds y Souty-Grosset, 2012, Paulson y Martin, 2013).

En Europa, la variabilidad genética de las poblaciones invasoras de *P. clarkii* fue estudiada por primera vez por Barbaresi et al. (2003); cinco poblaciones fueron analizadas y mostraron una alta variación genética dentro y entre las poblaciones. Después de eso, Barbaresi et al. (2007) investigó 12 poblaciones de Francia, Italia, México, Portugal, España, Suiza y Estados Unidos; Sus resultados revelaron un pronunciado nivel de variación genética en esta especie que podría ser el resultado

de múltiples eventos de introducción con individuos de diferentes fuentes y/o una sola introducción de un gran número de individuos de una población con fuente genéticamente diversa. Estos autores también encontraron una alta diferenciación entre poblaciones, lo que indica una ausencia de flujo de genes entre las poblaciones estudiadas.

En China, Yue et al. (2010) estudiaron por primera vez 6 poblaciones del este y encontraron evidencias de un cuello de botella reciente y un déficit heterocigótico significativo en todas ellas, lo que sugiere efectos fundadores y apareamiento no aleatorio; todas las poblaciones también presentaron una alta diferenciación genética entre sí. Más tarde, Li et al. (2012) utilizó información genética de 35 poblaciones invasoras de China central y oriental para investigar el punto de entrada inicial, los patrones de dispersión, la diversidad genética y la estructura genética.

Los autores confirmaron que la ciudad de Nanjing fue el primer punto de introducción en China y encontraron una diversidad genética relativamente alta en las poblaciones chinas que atribuyeron como resultado de la variación adaptativa o quizás señalando la dispersión mediada por humanos. Más recientemente, Liu et al. (2013) analizaron la estructura genética de la población entre 11 poblaciones del este de China continental y una población de Taiwán utilizando diferentes marcadores genéticos. Encontraron una variación genética intrapoblacional de 95.26%, mucho más alta que la variación interpoblacional (4.74%) y también observaron que la diferenciación genética entre las poblaciones de Taiwán y China continental fue moderada, aunque las poblaciones de China y Taiwán están combinadas con poblaciones americanas.

En Nevada (EE.UU.), las investigaciones sobre la diversidad genética y el flujo de genes entre las poblaciones de *P. clarkii* revelaron el proceso de colonización en el área. Se demostró que los drenajes se utilizaron para moverse de los manantiales centrales a periféricos y los manantiales aislados fueron colonizados por pocos individuos con migración posterior (Paulson y Martin, 2013).

Torres y Álvarez (2012) investigaron la variación genética entre nueve poblaciones del cangrejo rojo, tres poblaciones de su área de distribución nativa (Illinois y Louisiana, Estados Unidos y norte de Coahuila, México) y seis de áreas invadidas (Coahuila central, Nuevo México) León, Durango, Chihuahua y Chiapas, México, y Cartago, Costa Rica); Estos autores comprobaron que las poblaciones de la zona nativa siguen siendo muy similares entre sí y que algunas poblaciones introducidas pueden estar directamente asociadas a algunas de las poblaciones nativas. Además,

encontraron baja variación genética tanto en poblaciones nativas como en poblaciones introducidas; estos resultados son divergentes de casi todas las poblaciones invasoras estudiadas de *P. clarkii*.

El alto nivel de diversidad genética encontrado por diferentes investigadores en distintas poblaciones invasoras alrededor del mundo indica que la alta variabilidad genética de *P. clarkii* podría facilitar su éxito en el establecimiento y adaptación a nuevos ambientes (Barbaresi et al., 2007). Por otra parte, los estudios que encontraron una baja diversidad genética (Torres y Álvarez, 2012) sostienen que a pesar de esto, las poblaciones todavía son exitosas en establecer y florecer debido a un fenómeno denominado "genotipo de propósito general" propuesto por Baker (1965), En el que se producirían diferentes fenotipos a través de la plasticidad y, por lo tanto, la población sería capaz de hacer frente a diferentes condiciones ambientales.

La alta diversidad genética en las poblaciones invasoras suele estar relacionada con múltiples introducciones o la existencia de flujo de genes entre poblaciones establecidas, mientras que la baja diversidad genética se asocia con introducciones aisladas, efecto fundador y cuellos de botella genéticos. Ambos escenarios genéticos se observaron en poblaciones invasoras de *P. clarkii* y parece que esta especie puede hacer frente a ambas situaciones por diferentes estrategias y tener éxito.

Se tiene reporte de diversas afectaciones que causa la presencia de la especie *P. clarkii* y sus poblaciones en los ecosistemas, autores como Taina et al., 2015 describen como principales:

- a. Puede llegar a ocupar un lugar importante en la estructura trófica del ecosistema invadido con interacciones en varios de sus niveles por lo que podría llegar a cambiar del todo el funcionamiento de estos ecosistemas.
- b. Dada su estrategia de alimentación, tiene la capacidad de afectar niveles tróficos tanto altos como bajos, por lo que la gama de alimento va desde el consumo de algas y macrófitas, aprovechamiento de macroinvertebrados, alevines de peces, renacuajos. Este aspecto puntualmente pone de manifiesto la grave situación a que se exponen especies endémicas como lo es el pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*) el cual tiene distribución restringida para el Altiplano Cundiboyacense.
- c. Se reportan importantes afectaciones a los sistemas de agua dulce que colonizan, ya que la alta actividad de elaboración de madrigueras por el aumento de turbidez y por tanto la modificación en la zonas de presencia de macrófitas. Este factor puede aumentar la erosión al darse una pérdida de los servicios ecosistémicos que ofrecen

las macrófitas y que disminuyen por el sobrepastoreo como también aumentar la presencia de cianobacterias en el cuerpo de agua.

d. Impactos a nivel hidráulico en las orillas de los cuerpos de agua por la actividad de madriguera, factor que puede alterar gravemente sistemas o estructuras que se encuentren en las zonas de invasión.

e. Papel como vector en la transmisión de hongos *Aphanomyces* a especies nativas de cangrejos, que ponen en riesgo la supervivencia de especies como el cangrejo sabanero. Además de las afectaciones a otros cangrejos es posible que sea también transmisor de otras patógenos que pueden afectar la salud humana y animal.

f. Afectaciones a la actividad de pesca dado a que cuando son atrapados juntos con peces en las redes pueden generar daños a los peces de interés comercial.

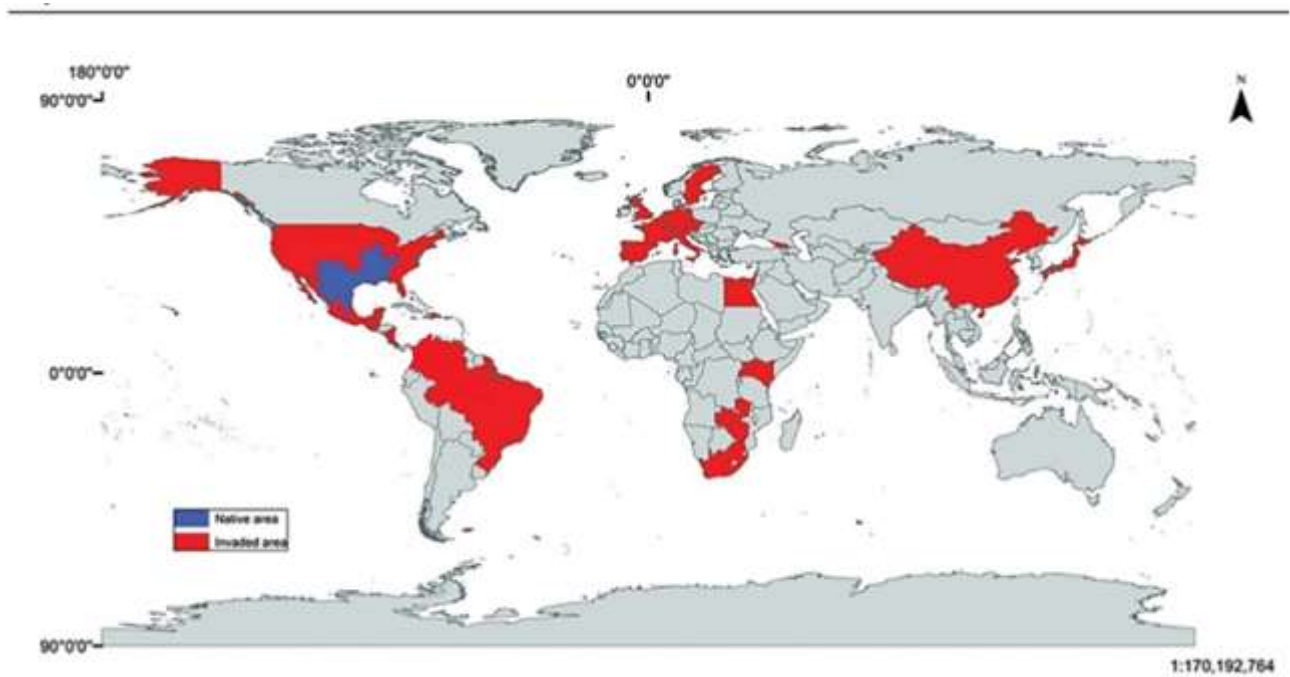
#### 4. Árbol de problemas

## Árbol de problemas. Presencia de *Procambarus clarkii* en el territorio CAR



### PLAN DE PREVENCIÓN, MANEJO Y CONTROL

*Procambarus clarkii* ha sido cultivado extensivamente a través de los EE.UU. y fue introducido por los seres humanos en diferentes partes de la región norte, actualmente se encuentra en Arizona, California, Georgia, Estados Unidos, Hawaii, Idaho, Indiana, Maryland, Nevada, Nuevo México, Nueva York, Carolina del Norte, Ohio, Oklahoma, Oregon, Carolina del Sur y Utah (Clark y Wroten, 1978, Huner, 1986, Johnson, 1986, Ruiz et al., 1997). En el noroeste de México, se ha introducido con éxito en los estados de Baja California y Sonora (Clark y Ralston, 1976; Campos y Rodríguez-Almaraz, 1992).



**Figura 3.** Distribución nativa e invasiva de *Procambarus clarkii* en el mundo. (Fuente: Modificado a partir de Taina et al., 2015)

En Europa, *P. clarkii* fue introducido por primera vez en la Península Ibérica, importado legalmente de Louisiana para fines comerciales en 1973, en dos instalaciones acuícolas de Sevilla y Badajoz (Habsburgo Lorena, 1979). El éxito comercial condujo a introducciones ilegales en Portugal, España, Francia e Italia. Posteriormente, se dispersó rápidamente en toda la región mediterránea y central de Europa, ya sea activamente en los ríos o pasivamente por translocaciones humanas (Anastácio y Marques, 1995; Barbaresi y Gherardi, 2000).

En la actualidad, el cangrejo rojo está muy extendido y abundante en Europa, incluidos los países del centro y del norte de Europa, donde las características climáticas se consideraban inicialmente como una barrera potencial para su propagación (Houton, 2002, Ilhéu et al., 2007, Holdich et al., 2009). De hecho, como observa Chucholl (2011), las poblaciones en latitudes más altas tienden a ser escasas y aisladas unas de otras, mientras que en latitudes más bajas las poblaciones son densas y generalizadas.

En Asia, esta especie de cangrejo de río está ampliamente establecida en China y Japón. Se introdujo inicialmente en Japón en 1927 desde Nueva Orleans, Estados Unidos, como alimento para la acuicultura de ranas y el comercio de mascotas, y ahora se puede encontrar en todo el país, incluyendo las islas Okinawa (Mito y Uesugi, 2004; Kawai y Kobayashi, 2005 ). De Japón, *P. clarkii* fue introducido en Nanjing, China en 1929 (Yan et al, 2001, Li y otros, 2007) y se ha extendido rápidamente a la mayoría de las provincias de China, habiendo establecido densas poblaciones (Li et al., 2005). Además, una población reproductora de *P. clarkii* también fue encontrada en Israel por Wizen et al. (2008), pero sólo este primer registro existe para este país hasta ahora.

El cangrejo rojo también está establecido en África, con registros de Egipto, Kenia, Sudáfrica, Sudán, Uganda, Zambia y Zimbabwe (Huner, 1988, Hobbs y otros, 1989, Arrignon et al., 1990, Mikkola, 1996; Holdich, 1999, Smart et al., 2002, El Zein, 2005, Foster y Harper, 2007). Fue introducido originalmente a Kenia en 1966, de Uganda; Después de eso, la capacidad de dispersión activa y la translocación mediada por humanos dieron como resultado su expansión en el campo a través del país (Oluoch, 1990). En Egipto, la primera población establecida se encontró a principios de los años 80, probablemente derivada de una instalación acuícola comercial en Giza (El Zein, 2005; Fishar, 2006) y en los últimos años, se ha establecido con éxito en varios sitios del río El Nilo y sus ramas (Fishar, 2006). Con respecto a la invasión de *P. clarkii* en Sudáfrica, Sudán, Uganda, Zambia y Zimbabwe, no se dispone de información histórica sobre la introducción, sólo se presentan los datos de ocurrencia de poblaciones establecidas.

Algunos países de Centro y Sudamérica también fueron colonizados, pero no hay información sobre las vías de introducción y fechas de establecimiento para la mayoría de ellos. En Costa Rica, las poblaciones invasoras son conocidas en las provincias de Cartago, Heredia, Alajuela, Guanacaste y Limón (Peña, 1994). La ocurrencia de *Procambarus clarkii* también está registrada en Belice, República Dominicana, Guatemala, Nicaragua, Puerto Rico y Venezuela (Huner y Avault, 1979, Huner, 1986, Hobbs et al., 1989). En Brasil, *P. clarkii* tiene 17 poblaciones establecidas, todas ellas en el Sudeste de Brasil, introducidas para el comercio de

acuarios y posteriormente liberadas en la naturaleza de forma accidental o deliberada (Magalhães et al., 2005, Loureiro, 2015).

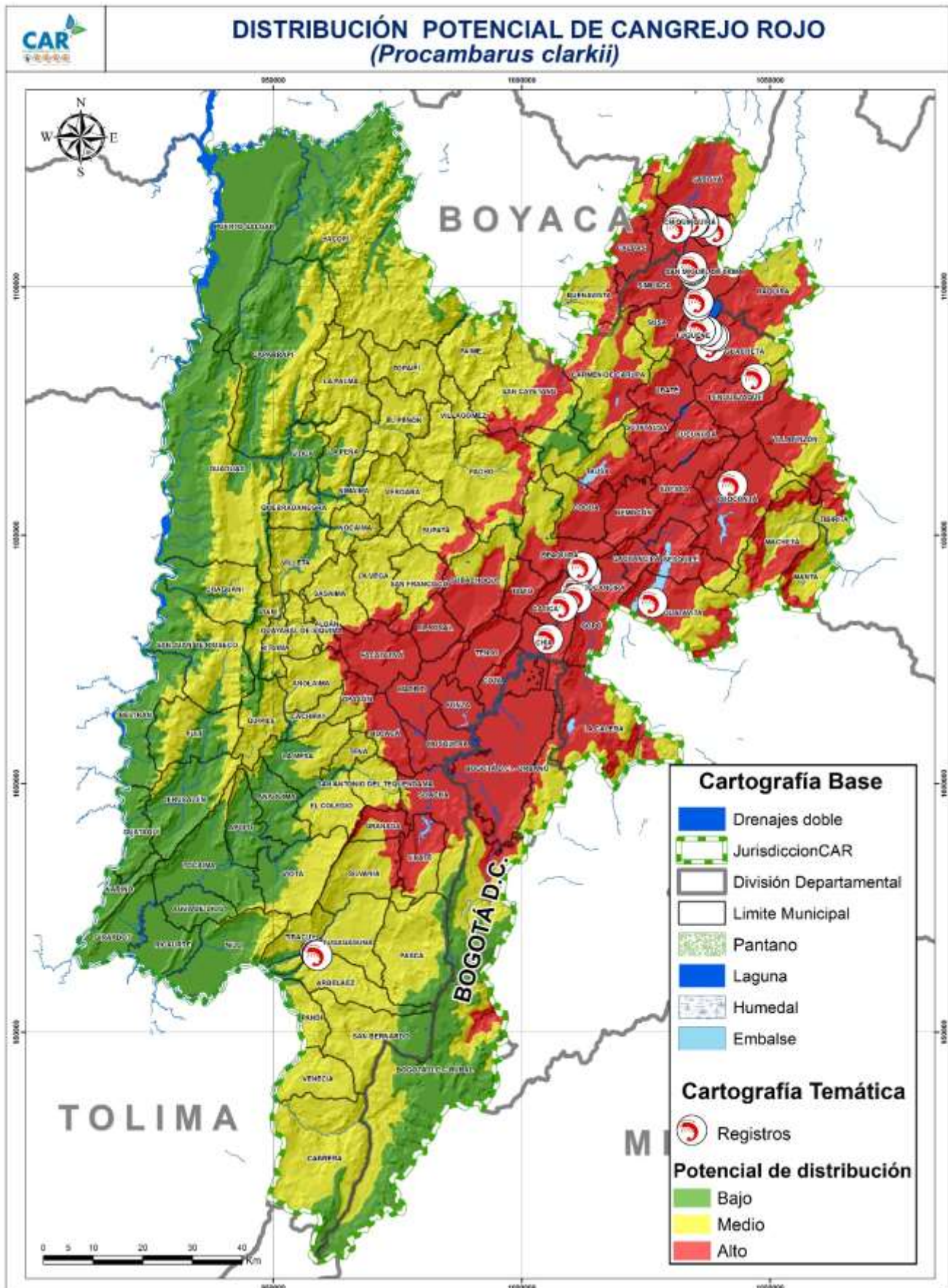
El cangrejo rojo de río de Lousiana, langosta de quela roja o red claw, fue introducido a Colombia en 1985 desde Estados Unidos, con fines de experimentación exclusivamente. *P. clarkii* fue mantenida en confinamiento en las instalaciones Agropecuaria de Heliodoro Villegas Sucesores S. A., en Palmira (Valle) en el Pacífico colombiano, hasta que fue liberada accidentalmente en la cuenca del río Palmira.

La introducción se realizó con el Registro Sanitario del ICA No. ON-867-85, no se efectuó el correspondiente estudio de impacto ambiental a su llegada, aunque sí se realizaron estudios durante 17 meses que incluyeron aspectos relacionados con el cortejo, cópula, desarrollo postlarval y cría de juveniles con dietas naturales, así como su relación con la temperatura; recientemente un estudio en la cuenca permitió comprobar la adaptación de la especie y su armónico desarrollo, junto con peces nativos y exóticos (Romero-Trigueros, 1988; Romero-Trigueros y Prah1, 1988, y Álvarez-León, 2002a, 2002b). Internacionalmente se dio a conocer del inicio de cultivos limitados en Colombia (Hobbs, 1989). Se realizó una evaluación preliminar sobre las alternativas socioeconómicas para las comunidades del Alto Magdalena (Jaramillo-Cobo, 1997).

El transporte marítimo y las actividades acuícolas son los principales agentes de introducción de crustáceos exóticos invasores en todo el mundo (Hänfling et al., 2011). En lo que respecta a los langostinos de agua dulce extranjeros, el transporte marítimo y el agua de lastre no son vías importantes, pero la acuicultura y las actividades asociadas con el acuario y la industria de cebo son (Cohen y Carlton, 1995). De hecho, la acuicultura de *Procambarus clarkii* es el vector de introducción más importante, siendo esta especie uno de los decápodos de agua dulce más importantes cultivados para el consumo (HUNTER, 1988; Hobbs y Lodge, 2010). Además, esta especie también se ha introducido como alimento para peces y para otras especies comestibles como ranas toro (Gherardi et al., 2011; Lodge et al., 2012).

## 5. Población de la especie

Para Cundinamarca. **(Figura 4)**





**Figura 4:** Mapa de distribución de *Procambarus clarkii* dentro del territorio CAR, los datos para su elaboración corresponden a reportes realizados para la especie mediante las plataformas SiB Y GBIF. Zonas verdes equivalen al territorio con menores cotas altitudinales. (Fuente: elaboración del equipo de Biodiversidad CAR a partir de datos de GBIF.ORG y SiB Colombia.)

## 6. Impactos

*Procambarus clarkii* ocupa una posición importante en la estructura trófica de entornos invadidos, interactuando con diferentes niveles tróficos y cambiando el funcionamiento de todo el ecosistema (Angeler et al, 2001, Dorn y Wojdak, 2004, Gherardi y Acquistapace, 2007, Cruz et al, 2008). Su estrategia de alimentación flexible afecta tanto a los niveles tróficos más bajos como a los más altos, al pastorear macrófitos y algas y alimentarse de macroinvertebrados, los alevines de peces y los renacuajos (Rodríguez et al., 2003; Gherardi, 2006; Gherardi y Acquistapace, 2007).

Su eficacia en el pastoreo de macrófitas y en la actividad extensiva de madriguera puede alterar los ambientes de agua dulce, modificándolos de zonas macrofitivas con aguas claras a zonas turbias dominadas por fitoplancton (Rodríguez et al., 2003; Geiger et al., 2005; Matsuzaki et al., 2009). Las macrófitas son particularmente importantes para los ambientes acuáticos porque funcionan como proveedores de servicios e ingenieros de ecosistemas evitando la erosión, facilitando el ciclo de los nutrientes y proporcionando hábitat a las comunidades faunísticas asociadas (Duarte, 2000; de Groot Et al., 2002, Gurnell et al., 2006), y los cambios serios pueden ocurrir en ambientes acuáticos si las especies de plantas sumergidas están sobrepastoreadas. Además, el comportamiento de madriguera también podría provocar la erosión de los ríos o canales y aumentar la turbidez del agua (Anastácio y Marques, 1997; Rodríguez et al., 2003). Estos cambios en las características del agua alteran los ecosistemas acuáticos y se cree que inducen las floraciones de cianobacterias (Yamamoto, 2010).

Por otra parte, *P. clarkii* es uno de los vectores de la plaga de cangrejo de río, que es mayormente asintomática en especies de cangrejos de América del Norte como *P. clarkii*, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) y *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), pero letal para cangrejos de río de otras regiones (Souty-Grosset et al., 2006, Aquiloni et al., 2010, Longshaw, 2011). Esta enfermedad, causada por *Aphanomyces astaci*, constituye una notable amenaza para las especies autóctonas de cangrejo de río, siendo así una de las principales causas del declive de la población nativa de cangrejos de río en Europa (Gutiérrez Yurrita et al., 1999, Souty-Grosset et al. Al., 2009). Además de *A. astaci*, *P. clarkii* puede transportar muchos otros patógenos, parásitos,

y enfermedades (véase "Ecología trófica") que pueden afectar a otras especies, incluido el hombre.

Además de su influencia sobre la biodiversidad, *P. clarkii* también puede tener un impacto económico considerable. En primer lugar, se pueden destacar los costos de los daños ecológicos y las medidas de control (Kettunen et al., 2008). Los costos de los daños ocurren principalmente en los sectores agrícola, forestal y pesquero. En cuanto a los impactos económicos agrícolas específicamente, la infestación de cangrejos ha causado serios daños a los sistemas de drenaje como consecuencia de sus actividades de madriguera, causando importantes pérdidas de rendimiento del arroz (Sommer, 1984; Gaudé, 1986; Anastácio et al., 2000; 2005). El cangrejo rojo también es un problema para las pesquerías una vez que estropea peces valiosos capturados en redes de enmalle, daña las redes de pesca y se considera una plaga en muchos estanques de peces. (Maor, 2002; Maezono y Miyashita, 2004).

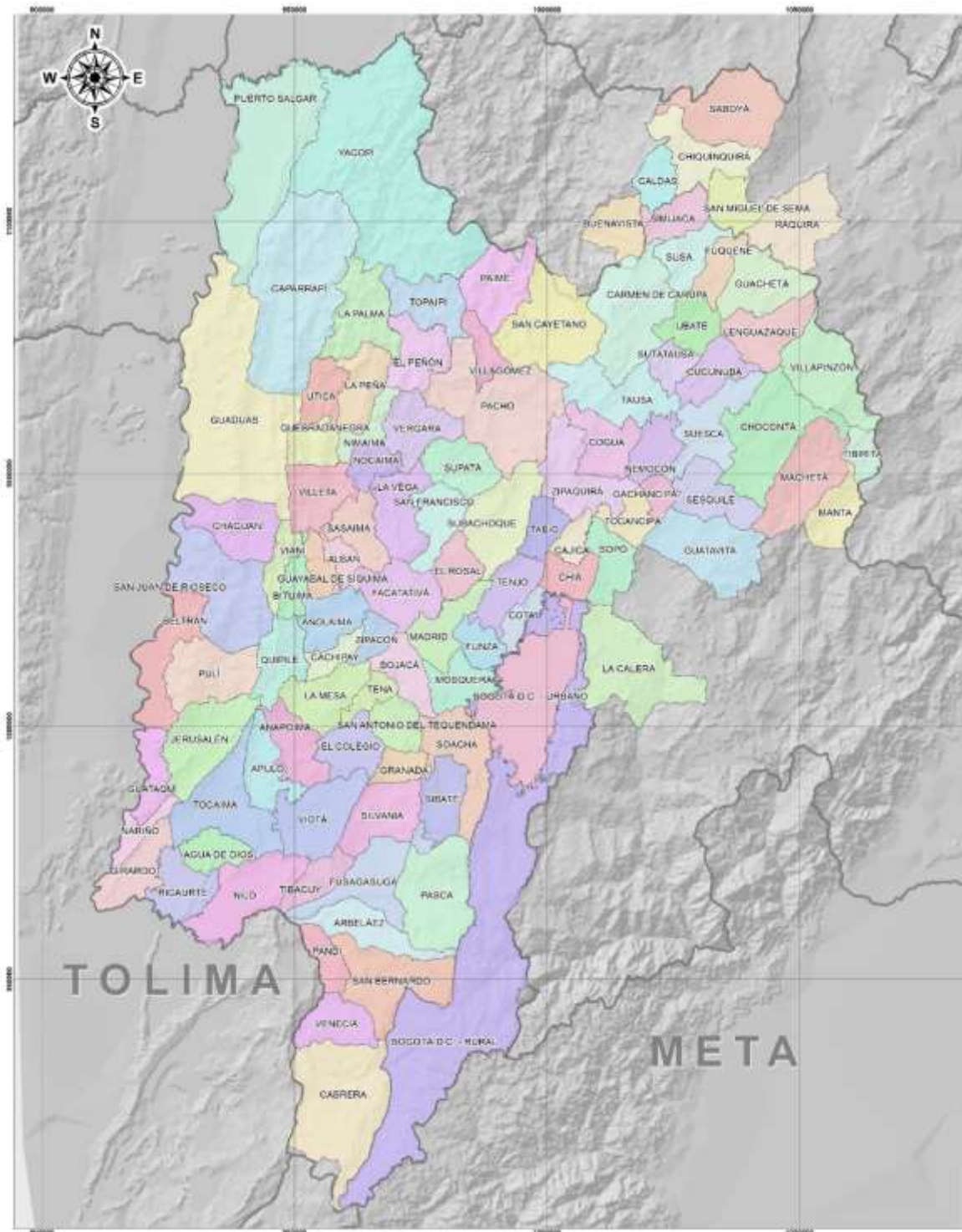
## 7. Marco socio-político

### 7.1 Descripción del contexto geográfico del presente plan

El presente Plan de Prevención, Control y Manejo se propone para la Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR que de acuerdo con los estatutos aprobados por Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS mediante la RESOLUCION 0703 del 25 de junio de 2003 que según con su Artículo 6 corresponde a 104 municipios de los departamentos de Cundinamarca (98) y Boyacá (6).

“ARTÍCULO 6.- JURISDICCIÓN: La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, tiene jurisdicción en Bogotá D.C., y en los siguientes municipios del Departamento de Cundinamarca: Agua de Dios, Albán, Anapoima, Anolaima, Apulo, Arbeláez, Beltrán, Bituima, Bojacá, Cabrera, Cachipay, Cajicá, Caparrapí, Carmen de Carupa, Chaguaní, Chía, Cogua, Cota, Cucunubá, Chocontá, El Colegio, El Peñón El Rosal, Facatativa, Funza, Fúquene, Fusagasugá, Gachancipá, Girardot, Granada, Guacheta, Guaduas, Guataquí, Guatavita, Guayabal de Siquima, Jerusalén, La Calera, La Mesa, La Palma, La Peña, La Vega, Lenguaque, Mchetá, Madrid, Manta, Mosquera, Nariño, Nemocón, Nilo, Nimaíma, Nocaima, Pacho, Paime, Pandi, Pasca, Puerto Salgar, Pulí, Quebradanegra, Quipile, Ricaurte, San Antonio del Tequendama, San Bernardo, San Cayetano, San Francisco, San Juan de Rioseco, Sasaima, Sesquilé, Sibaté, Sylvania, Simijaca, Soacha, Sopó, Subachoque, Suesca, Supatá, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Tena, Tenjo, Tibacuy, Tibirita, Tocaima, Tocancipá, Topaipí, Ubaté, Utica, Venecia, Vergara, Viotá, Villagómez, Villapinzón,

Villeta, Vianí, Yacopí, Zipacón y Zipaquirá. Su jurisdicción incluye igualmente los municipios de Chiquinquirá, Saboya, San Miguel de Sema, Caldas, Buena Vista y Raquirá en el Departamento de Boyacá.” (Figura 5)



**Figura 5:** Mapa de la Jurisdicción CAR (Fuente: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca 2017)

Protección Ambiental... Responsabilidad de Todos Bogotá, D. C. Avenida La Esperanza # 62 – 49, Centro Comercial Gran Estación costado Esfera, pisos 5 y 6. Correo electrónico: sau@car.gov.co

## 7.2 Descripción del contexto socioeconómico político del área

El área anteriormente nombrada posee una heterogeneidad geomorfológica y altitudinal que comprende una amplia serie de pisos térmicos y por ende un amplio gradiente de temperatura que condiciona diversas actividades agrícolas, pecuarias, industriales y culturales. Entre estas actividades y de acuerdo con el Plan de Acción Cuatrienal de esta autoridad ambiental 2016-2019 el territorio CAR presenta la siguiente dinámica:

Con los datos emanados de los POMCAS de las cuencas de la jurisdicción se determina que el territorio de la CAR tiene el 31,39% en aptitud de conservación; el 38,63% en aptitud forestal; el 10,75% en aptitud ganadera y el 19,23% en aptitud agrícola. Esto indica que únicamente la tercera parte del territorio, puede soportar áreas de producción agrícola y ganadera. Según los levantamientos agrológicos del IGAC, los suelos aptos para establecimiento de cultivos o agrosistemas intensivos o pecuarios mecanizables con un manejo de conservación de suelos y aguas, dado que en estas zonas se presentan déficit de agua, problemas de drenaje, erosión y baja fertilidad, ocupan aproximadamente el 19,2% del territorio. Solamente existen en el área de la CAR un 3% de la oferta total de los suelos, con una aptitud para agrosistemas intensivos, mecanizables con pocas limitaciones, ubicados en los valles intramontanos de las cuencas altas de los ríos Bogotá, Ubaté y Chiquinquirá.

Los cuales deben ser materia de un Estatuto que defina su protección, en el sentido de consérvalos para la producción de alimentos, es decir, por su escasez deben ser reservados para la producción intensiva de alimentos bajo parámetros de buenas prácticas de manejo, agricultura limpia, sistemas de labranza de conservación, y evitar su destino para usos industriales, comerciales y de vivienda campestre, mediante la implantación de estrategias de pago por servicios ecosistémicos, promoción de medidas de adaptación al cambio climático, incentivos a la protección y mantenimiento de las zonas para preservación de ecosistemas y escenarios paisajísticos (suelos de protección) alcanzan el 16,4% del territorio, incluyendo zonas de páramos y subpáramos que presentan afloramientos rocosos con pendientes superiores al 50%. De los estudios del IGAC se deduce, que cerca de la mitad de los suelos (49,38%) de la jurisdicción, por sus condiciones de formación geológica, climáticas, de relieve y demás factores naturales deben estar dedicados a actividades forestales sostenibles, donde debe incluirse arreglos agroforestales y silvopastoriles; representados en las zonas de potencial forestal y pecuario.

De acuerdo con el levantamiento de la cobertura vegetal y uso del suelo en la jurisdicción CAR, del año 2006 adelantada por el IGAC, las tierras artificializadas por

el hombre ocupan el 64,2%, el 35,8% restante, está representado en superficies de agua el 1,4%; áreas húmedas el 0,12%, en áreas abiertas sin o con poca vegetación el 1,3%, en áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva el 21,4% y en bosques el 11,6%, lo que da cuenta de la gran transformación de las tierras en el territorio.

En cuanto al uso del suelo en la jurisdicción de la CAR se tiene que la mayor área la ocupan las actividades de pastoreo y de cultivos, con cerca del 64,2% del territorio, donde dominan los pastos con una participación del 44%. Al comparar la proporción del territorio que tiene potencial agropecuario, con el uso actual, se tiene que la relación está totalmente invertida, mientras las zonas con potencial agropecuario solamente llegan al 30% del total de la jurisdicción, el uso actual alcanza prácticamente el doble del potencial, llegando al 64%, lo que configura un conflicto de uso por sobreutilización en el 34% de la jurisdicción.

30

## 8. Marco jurídico

Constitución Política, artículos 79 y 80 de la, que señalan el deber del Estado frente a la protección de la diversidad e integridad del ambiente.

Decreto 2811 de 1974, artículo 258 literal “e”, faculta a la Autoridad pública a prohibir o restringir la introducción de especies exóticas perjudiciales para la conservación y el desarrollo del recurso.

Ley 99 de 1993 señala los principios que rigen la política ambiental colombiana en su numeral segundo dispone la biodiversidad como patrimonio nacional y de interés de la humanidad que debe ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

Convención sobre Diversidad Biológica, aprobada por la Ley 165 de 1994 establece en el literal “h” del artículo octavo la obligación para los estados de impedir que se introduzcan, controlar o erradicar las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies.

Con la formulación del “Plan de Manejo, Control y Prevención de la Expansión de Cangrejo Rojo Californiano” , se espera un resultado positivo en el territorio CAR. Mediante acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados por la presencia de Achatina fúlica en la Jurisdicción CAR.

Esta especie **no está reportada como invasora para Colombia y las resoluciones 848 de 2008**, 207 de 2010 y 654 de 2011 el cual muestra el listado de especies

exóticas invasoras no la tiene en cuenta. Se hace necesaria su inclusión como especie invasora por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS.

## 9. Metodología del diagnóstico y formulación del Plan

La consolidación de información se realizó a partir de la revisión de documentos provenientes de publicaciones científicas, libros especializados, planes de manejo y conservación de la CAR; esta información fue complementada con la consulta de bases de datos de biodiversidad, para el contexto nacional se recurrió al Sistema de Información de Biodiversidad SIB y en el contexto internacional al *Global Biodiversity Information Facility* GBIF; estas bases de datos permiten recuperar conjuntos de datos provenientes de diversas instituciones en Colombia y el mundo, elementos que pueden facilitar una aproximación a la distribución de la especie, lo cual genera orientaciones para conocer la distribución real de *Procambarus clarkii* en el territorio CAR.

Para el desarrollo del presente plan, se tiene en cuenta el mapa de distribución potencial de la especie realizado para el documento de diagnóstico, donde las visitas en los municipios que se priorizaron como de alta y media probabilidad de presencia permitirán construir una visión real de la distribución actual y las dinámicas paisajísticas, económicas y ambientales que condicionen su presencia en el territorio.

En estos municipios se realizan caminatas de aproximadamente 5km, dependiendo del terreno en zonas de ríos, quebradas y humedales, en horarios diurnos entre las 9:00 am y 2:00 pm, también se realizan jornadas de acompañamiento a los pescadores para confirmar la presencia de individuos por artes de pesca (macho o hembra) de la especie, y especies asociadas a la zona donde se trabajara.

En estas zonas se toma registro fotográfico y se georreferenciará la ubicación del avistamiento. Se procurará ubicar madrigueras, para evidenciar la presencia de huevos o hembras con ejemplares inmaduros.

## 10. Diagnóstico del estado de la especie en el territorio CAR



Los análisis realizados a partir de los datos reportados en el Sistema de Información en Biodiversidad de Colombia SiB y el Global Biodiversity Information Facility GBIF, mostraron que el Chamón se ha reportado para 8 municipios los recorridos en

campo en los municipios visitados (Tabla 1) evidencian que este se reporta en mayor proporción en el Valle de Ubaté específicamente en la laguna de Fúquene.

**Figura 6:** Ejemplar adulto de *Procambarus clarkii*, registrado en la laguna de Fúquene.

**Tabla 1:** Municipios visitados a octubre 20 de 2017 para el diagnóstico de la distribución real del Cangrejo Rojo Americano. En color azul los municipios con presencia confirmada de *P.clarkii*. NR: No Registros.

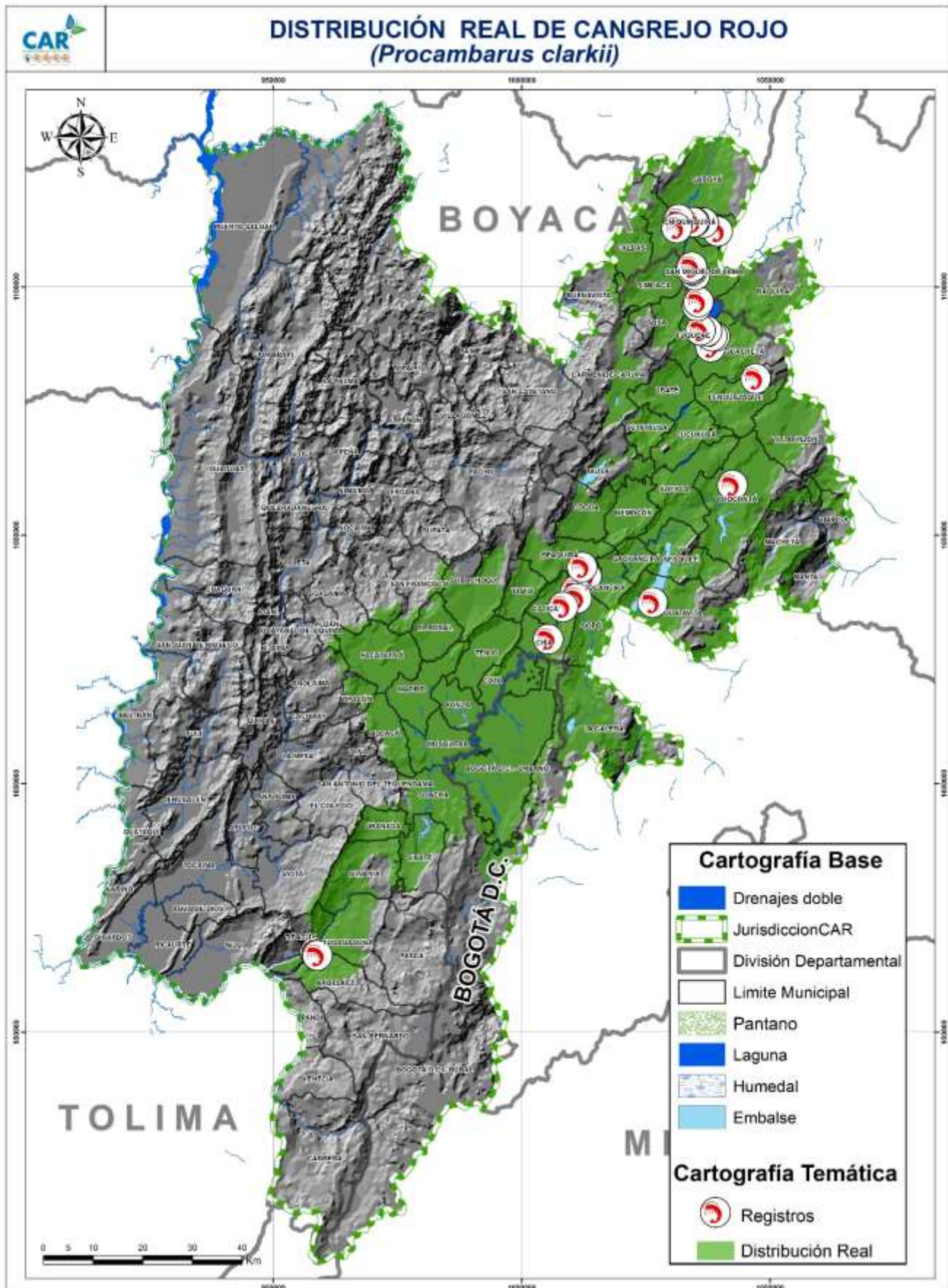
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA/SEC TOR	ECOSISTEMA	COMENTARIOS DEL EVENTO
Cundinamarca	Guacheta	Vereda Nengua	Vallados que nutren la laguna.	Registro en vallados y desagues que desembocan en la laguna
Cundinamarca	Guacheta	Vereda ticha	Vallados que nutren la laguna	Registro de individuos, en vallados de aguas lenticas
Cundinamarca	Guacheta	Vereda Monroy	Humedal	Registro de individuos en los humedales y vallados
Cundinamarca	Susa	Vereda la estación	Reservorios de agua.	Individuos pescados en reservorios
Cundinamarca	Susa	Vereda		
Cundinamarca	Simijaca	Vereda Fical	el Reservorios de agua.	Individuos en reservorios que han sido llevados de la laguna.



Boyaca	Chiquinquirá	Sector	Canales, y vallados accesorios al río Suarez.	Individuos registrados en estos afluentes del río Suarez.
Cundinamarca	Fúquene	En toda la laguna y vallados accesorios y en los que la nutren y los que conforman el río Suarez.	Lagunar	Gran presencia de individuos, en todo el complejo lagunar.
Cundinamarca	Sopó	En el humedal Tibitoc	En zonas del humedal donde se reportó presencia	En el espejo de agua
Cundinamarca	Chia	Predios de la universidad de la sabana río Bogotá.	Presencia en las lagunas que están en la universidad.	Se hizo avistamiento en las lagunas de la universidad de la sabana y en el río Bogotá.
Cundinamarca	fusagasuga	En la vereda Chinauta.	Ronda de la quebrada	Se vieron individuos en los reservorios que hay en la zona
Cundinamarca			NR	NR
Cundinamarca			NR	NR
Cundinamarca	Guachetá	Vereda frontera	En los reservorios que hay en la zona.	Presencia de individuos
Cundinamarca	Ubaté	Río Ubaté, sector Novilleros y en el sector de Sucunchoque	Río Ubaté, reservorios y pozos de fincas	Presencia de individuos en el hotel el yunque.
Cundinamarca			NR	NR

Cundinamarca	Facatativá		NR	NR
Cundinamarca	Cucunubá	Laguna de Cucunubá y alrededores	Presencia en la laguna humedales, y vallados	Presencia de individuos.
Cundinamarca	San Miguel de Sema	Vallados que hay en la zona	Vallados afluentes de la zona.	Individuos divisados en dichos vallados.
Cundinamarca				
Boyacá	Chiquinquirá			

Como se evidencia en la anterior tabla, actualmente los registros en los municipios son localizados para el Valle de Ubaté, aun así este no es un factor concluyente dado que por la extensión del territorio es necesario realizar más actividades de muestreo que permitan construir una visión lo más cercana posible a la realidad de las poblaciones de esta especie. La figura 7 muestra la distribución de *P. clarkii* en la jurisdicción de la CAR.



**Figura 7.** Mapa de distribución real del cangrejo Rojo *P. clarkii* a partir de los registros de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR.

Reconociendo que en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca se ha reportado la presencia de Cangrejo Rojo Californiano (*Procambarus clarkii*) especie exótica invasora que afecta la biodiversidad, la salud pública y la productividad agrícola, es necesario diseñar y adoptar un plan de manejo, control y prevención de la especie, que permita atender de manera eficaz la proliferación de este crustáceo en las zonas del jurisdicción CAR.

Las especies que se mueven más allá de los límites de sus rangos geográficos normales por las acciones humanas suelen tener fuertes impactos ecológicos (Witte et al., 1992, Parker et al., 1999, Hall y Mills, 2000, Latini y Petrere, 2004) y los efectos de la invasión biológica en los hábitats de agua dulce parece ser mayor que en los ecosistemas terrestres, sobre todo porque las especies invasoras de agua dulce tienen una mayor tendencia a dispersarse (Sala et al., 2000, Beisel, 2001). Además, la importancia de los ambientes de agua dulce para la humanidad es enorme y las modificaciones en sus servicios tendrán un fuerte impacto en el bienestar humano. Las especies de cangrejo de río tienen importancia social, económica y ecológica en varias regiones del mundo, favoreciendo su introducción en áreas alóctonas (Reynolds y Souty-Grosset, 2012). *Procambarus clarkii* se encuentra entre estas especies exitosas y ampliamente desplazadas, y su importancia se asocia principalmente con la acuicultura y el comercio de acuarios, siendo la especie de cangrejo más cosechada en el mundo y por lo tanto, la más intencionalmente introducida (Hobs and Lodge, 2010; Lodge et al., 2012).

La gran preocupación con respecto a esta introducción intensiva de especies es que *P. clarkii* es un colonizador exitoso que tiene características específicas que aumentan su capacidad invasora y favorece su éxito de colonización en todo el mundo, en diferentes áreas climáticas y geográficas; Estas características son su plasticidad ecológica, el grupo genético resistente a los cambios de población, la adaptación de su biología y ciclo de vida a condiciones ambientales cambiantes, alta tolerancia a la salinidad, variaciones de oxígeno y temperatura, alto crecimiento somático y producción reproductiva, (Alcorlo et al., 2004, Gherardi, 2006, Jones et al., 2009). Por lo tanto, después del establecimiento, esta especie puede convertirse rápidamente en una especie clave y causar cambios serios en las comunidades nativas de plantas y animales, alterando la calidad del agua y las características del sedimento (Gherardi, 2007).

Dados los argumentos ya expuestos y la necesidad urgente de llevar a cabo acciones para su prevención, manejo y control es de suma importancia que mediante el

presente Plan que contempla las áreas de investigación, conocimiento, educación, control, manejo, disposición final y monitoreo en las que se requiere la participación de diferentes actores institucionales del orden nacional, regional y local y sociales, la conformación de comités en los tengan representación los sectores públicos, productivos, comunitarios; para lo cual algunas de las instituciones a ser convocadas son: Fiscalía General de la Nación, Procuraduría General de la Nación, Policía Nacional de Colombia, Institutos de Investigación Científica del Sistema Nacional Ambiental -SINA, el Instituto Colombiano Agropecuario –ICA. Se espera que producto de las acciones y la suma de voluntades pueda detenerse y controlarse la expansión del cangrejo rojo californiano en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR y por ende de las regiones aledañas.

## **11. Líneas de acción en el marco del plan**

Para el alcance de los objetivos propuestos se propone desarrollar 3 líneas de acción.

### **11.1 Investigación y conocimiento.**

#### **11.1.1 Objetivos.**

1. Generar información permanente y actualizada sobre la reproducción, comportamiento, distribución y dispersión de *Procambarus clarkii* en los diferentes ecosistemas de la Jurisdicción CAR.
2. Identificar y evaluar los impactos que ocasiona el *Procambarus clarkii* sobre la biodiversidad y el medio ambiente de la Jurisdicción CAR.
3. Identificar y evaluar los impactos que ocasiona el *Procambarus clarkii* sobre la salud pública y los sectores productivos de la Jurisdicción CAR.

#### **11.1.2. Actividades:**

- Desarrollar capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales.
- Realizar alianzas con entes académicos y/o centros de investigación, locales, regionales o nacionales para actualizar información técnica de *Procambarus clarkii*.
- Monitorear en épocas de lluvia o sequía las poblaciones de *Procambarus clarkii* ya identificadas buscando el momento crítico de su ciclo de vida.
- Establecer un protocolo de reporte que identifique hábitad, temperatura, coordenada, cuerpos de agua donde se encuentra presente, número individuos por metro cuadrado, estado de desarrollo, tipo de afectación, cercanía a otros cuerpos de agua susceptibles posibles nuevas invasiones.

- Generar una red de información entre la Corporación y gobiernos locales, Empresas de Servicios Públicos, Instituciones educativas, Agremiaciones de pescadores y comunidad en general que reporten la presencia de Cangrejo Rojo Californiano.
- Monitorear la efectividad de las acciones de Manejo, Control y Disposición Final realizadas.
- Identificación de las posibles vías de entrada y propagación de *Procambarus clarkii* en la Jurisdicción CAR, teniendo en cuenta lugares como venta de mascotas en acuarios, restaurantes que comercializan productos derivados de la acuicultura, explotaciones acuícolas entre otras.
- Monitoreo, detección temprana y advertencia a municipios de distribución potencial.
- Generar un diagnóstico y evaluación comparativa anual de la situación de la especie en la Jurisdicción CAR.

## **11.2. Control, manejo erradicación y disposición final.**

### **11.2.1 Objetivo**

Establecer programas y acciones de control, manejo y erradicación de poblaciones de Cangrejo Rojo Californiano.

### **11.2.2 Actividades:**

- Restricción al uso de la especie para cualquier fin, así mismo impedir el fomento, comercio y cría de *Procambarus clarkii* en la Jurisdicción CAR.
- Establecer la coordinación entre poderes, intergubernamental, interinstitucional y con la sociedad.
- Establecer mesas de trabajo regionales con la participación de los diferentes actores como son UMATA y/o Secretarías de Agricultura, de Salud, Oficinas Seccionales del ICA, Comunidades afectadas, directivas de acueductos, comunidades de pescadores, Defensa Civil, policía ambiental y los demás que se considere pertinente, para efectos de avanzar en la adopción medidas preventivas y de control de la especie invasora.
- Realizar retenes de control y vigilancia en cuanto al comercio de animales vivos en acuarios, restaurantes, actividades de transporte de mercancías de origen acuícola, y excedentes de las faenas de pesca especialmente en los sitios donde está detectada la especie invasora.
- Adoptar medidas de manejo y control para la especie *Procambarus clarkii* en la jurisdicción CAR teniendo en cuenta previamente los siguientes aspectos:
  - Manipulación de la especie con la debida protección (guantes de carnaza) para evitar contaminación por parásitos (nunca manipular directamente con la mano).
  - Solo podrán utilizarse medidas de control mecánicas y físicas.

Las opciones de manejo de la invasión de *Procambarus clarkii* incluyen la eliminación o reducción de poblaciones que emplean métodos físicos, químicos o biológicos y el uso de legislación para prohibir el transporte y la liberación de especímenes.

### Detección Temprana

Siendo una especie de agua dulce, *Procambarus clarkii* puede ser difícil de detectar en las primeras etapas de la invasión. No obstante, dos rasgos pueden facilitar su detección:

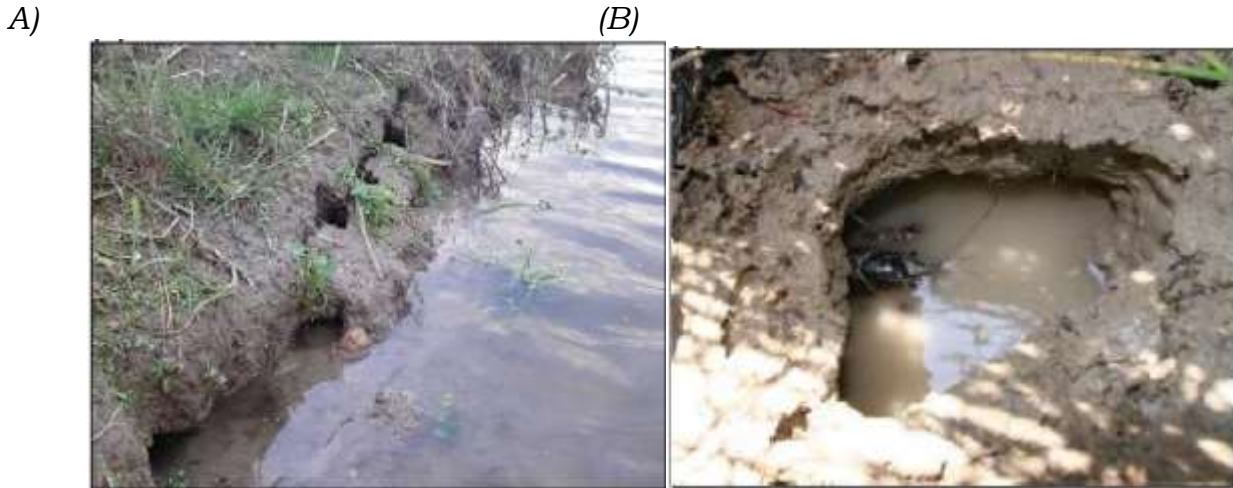
- *P. Clarkii*, al contrario de algunos otros cangrejos invasivos como *Orconectes limosus*, vagan regularmente por tierra durante los periodos de dispersión (Figura 20). Como señalan (Koese y Evers 2011), las especies de cangrejos de río que regularmente se salen de la superficie del agua tienen una probabilidad mucho mayor de ser registrado en comparación con especies que casi nunca abandonan el agua. Sin embargo, la actividad errante es principalmente nocturna.
- La elevada actividad de madriguera de la especie modifica en gran medida el aspecto de los bancos de lagunas o jarillones. Las madrigueras suelen ser lo bastante obvias como para ser fácilmente y rápidamente detectadas por los naturalistas, los pescadores o los administradores de agua dulce (Figura). Se requiere efectuar un inventario de cangrejos de río en la Jurisdicción CAR, lo que facilitaría la detección de nuevas pequeñas poblaciones de *Procambarus clarkii*. Estas iniciativas tienen que ser realizadas regularmente para ser efectivas en la detección de las invasiones en etapas tempranas. Este tipo de estudio también facilita el descubrimiento de nuevas especies invasoras.

(A)

(B)



**Figura 8.** (A) Ejemplos de Monitoreo de *Procambarus clarkii*. Identificación de (Fuente: CAR; 2016). (B) Identificación de Individuos de *P. Clarkii* Compuertas de tolón rio Chiquinquirá (Fuente CAR; 2016).



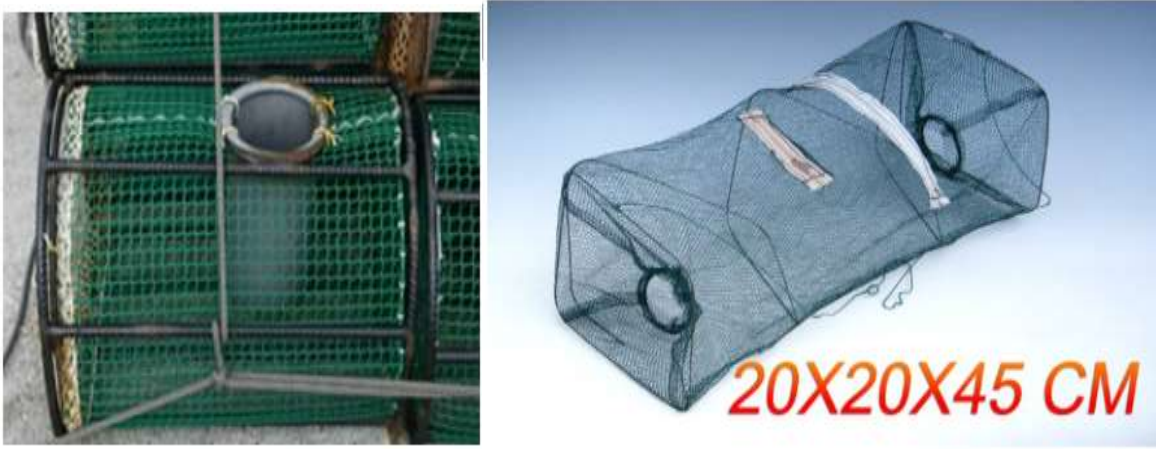
**Figura 9.** Ejemplos de madrigueras de *Procambarus clarkii*. (A) Madrigueras en la orilla de un pequeño dique de arcilla (Fuente: Soes y Koese, 2010). (B) Un macho en su madriguera en la orilla de un pozo lleno de agua subterránea en una cantera abandonada en Israel (Wizen et al., 2008).

### Medidas de Control Mecánicas

Incluye el uso de trampas, redes y electro-pesca, a veces pueden controlar las poblaciones si se usan intensivamente. La erradicación es improbable, ya que los cangrejos pueden hundirse en sus madrigueras. De hecho, el sacrificio puede estimular una edad de maduración más temprana y producir una mayor producción de huevos (ISSG, 2011). Se recomienda utilizar trampas semicilíndricas hechas de alambre de acero galvanizado o de malla 5.5 para obtener la mayor eficiencia de captura (Paillisson et al., 2011) Colectar manualmente y con guantes los individuos y sus huevos introducir dichos especímenes en bolsas plástica. [Nota: *P. clarkii* es un vector de la plaga del cangrejo de río, una enfermedad mortal para el cangrejo nativo causada por el hongo invasor-como *Aphanomyces astaci* (Oomycetes). Sus esporas pueden adherirse a superficies húmedas como trampas de cangrejo. Por lo tanto, es importante mantener en cuarentena las trampas antes de usarlas en otros cuerpos de agua. Afortunadamente, las esporas tienen una vida relativamente corta (unos pocos días o incluso 24 h cuando están absolutamente secas) (Souty-Grosset et al., 2006)].



Es preferible invertir en la captura continua y en la captura intensiva a corto plazo, (Skurdal and Qvenild, 1986; Holdich et al., 1999).



**Figura 10.** Trampas para captura de *P. Clarkii* El cangrejo entra por el tubo para comerse el cebo, pero ya no puede salir.



**Figura 11.** Imágenes de redes para captura de *P. clarkii* (Fuente CAR 2016)



**Figura 12.** Electro pesca para captura de *P. Clarkii* (Fuente FAO; Junio 2016) La electro pesca o pesca eléctrica, consiste en la aplicación de corriente eléctrica (generalmente entre 250 y 600 voltios), proveniente de un generador o planta eléctrica de 1.2 KW de capacidad, regulada por un pequeño transformador inversor que convierte la corriente alterna en corriente directa pulsante de 1 a 5 amperios.

### Medidas de Control Físico

El drenaje de los estanques también se utiliza ampliamente, especialmente en cuerpos de agua con densas poblaciones, así como el desvío de ríos y la construcción de barreras; Sin embargo, la eficacia de estos métodos aún no se ha confirmado, ya que *P. clarkii* es resistente a la sequía debido a su capacidad de excavación (Kerber et al., 2005).

Los piretroides parecen tener el mayor potencial debido a sus efectos letales sobre los cangrejos de río y su rápida descomposición (Hyatt, 2004; Sandodden y Johnsen, 2010; Cecchinelli et al., 2011). Un experimento reciente combinando el desagüe y la utilización de un piretroide sintético, en un estanque aislado parece haber erradicado completamente una población de Cangrejos, con relativamente poco esfuerzo. Aunque estos resultados parecen prometedores, la aplicación real a sistemas más complejos podría resultar más difícil debido a una dispersión menos perfecta de la sustancia química (Sandodden y Johnsen, 2010). Además, este biocida no es específico y afecta a todos los crustáceos acuáticos (Gherardi et al., 2011b).

El uso de tenso activos biodegradables, que inhiben el consumo de oxígeno, conduciendo así a una disminución de la actividad, podría tener algún potencial para limitar el daño causado por *P. clarkii* a los cultivos de arroz, al tiempo que permite la producción de cangrejos en arrozales (Fonseca et al. ., 1996).

El uso de feromonas sexuales para el control de poblaciones invasoras de *Procambarus clarkii*: (Aquiloni y Gherardi, 2010). Los resultados confirman que los machos son atraídos por las feromonas sexuales de las hembras: la proporción sexual de los cangrejos capturados por las trampas que contienen hembras fue significativamente sesgada hacia los machos. Sin embargo, cuando se comparó el número total de cangrejos capturados entre los tipos de trampa, los alimentos parecían ser el cebo más atractivo. Los autores plantean la hipótesis de que el método podría mejorarse utilizando feromonas sexuales purificadas y concentradas en lugar de animales vivos.

Para concluir, ejemplos de erradicación efectiva de *Procambarus clarkii* son muy pocos y se limitan a poblaciones pequeñas en una etapa temprana de la invasión. Además, cada método posee sus ventajas y limitaciones. Se resumen en la siguiente tabla (fuente: Gherardi et al., 2011b). Una combinación de intensa captura, liberación de especies de peces nativos y (cuando es posible) construcción de barreras alrededor del cuerpo de agua invadido para limitar la propagación, parece ser el método más eficiente y ciertamente el más respetuoso para los ecosistemas nativos.

Los métodos de control químico Además de ser caros, especialmente cuando se aplican a grandes áreas, pueden tener impactos devastadores en las especies nativas y afectar a una amplia variedad de organismos (Velez, 1980; Roqueplo y Hureauux, 1989). De hecho, no hay biocidas selectivos para los cangrejos de río o incluso crustáceos y el desarrollo de la resistencia es frecuente. Además, no se puede descartar la posibilidad de bioacumulación y biomagnificación.

### **Métodos de Control biológico**

También se emplearon métodos mundiales de control biológico, incluyendo el uso de depredadores de peces, organismos causantes de enfermedades y microbios que producen toxinas (Holdich et al., 1999; Frutiger y Müller, 2002), pero el único método que ha tenido éxito hasta ahora es el uso de peces predadores como anguilas, burbot, percas y picas (Westman, 1991; Aquiloni et al., 2010; Freeman et al., 2010). Sin embargo, el biocontrol puede ser riesgoso ya que puede conducir a nuevas introducciones de especies y no es específico para el organismo objetivo, posiblemente también afecta a los organismos nativos.

Todos los métodos mencionados anteriormente presentan costos ambientales que pueden superar sus beneficios. De hecho, ningún método único de erradicación es aparentemente exitoso. Por lo tanto, debe considerarse una combinación de métodos, como la captura y la introducción de especies de peces depredadores (Gherardi et al., 2011).

## **Disposición Final**

La disposición final de los animales muertos, las autoridades ambientales regionales, deberán determinar conjuntamente con los municipios cuál de las siguientes opciones es la más apropiada de acuerdo con las condiciones locales y proceder a emplearla:

### Opción 1: Incineración

Incineración de los animales muertos de acuerdo con lo establecido en el Decreto 2676 de 2000 y sus modificaciones, así como la Resolución 1164 de 2002, sólo en el caso de comprobarse que estos no son portadores de una enfermedad infectocontagiosa y que esta no puede ser eliminada con la aspersión de un desinfectante.

Los hornos deben ser aquellos que se encuentran bajo los criterios ambientales establecidas para su operación. No obstante, para esta opción, necesariamente los animales muertos deben trasladarse hasta dichos hornos en condiciones de bioseguridad. El desecho que resulta de tal proceso, puede ser eliminado en un relleno sanitario ordinario.

### Opción 2: Hidrólisis alcalina

La tecnología de hidrólisis alcalina, que consiste en un baño caliente de soda caustica en el cual se introducen los animales, con la ventaja de que las proteínas se hidrolizan y en el caso del caracol, no queda residuos patógenos. En este caso, los equipos para realizar dicho procedimiento deben transportarse hasta el sitio de captura de los animales.

### Opción 3: Disposición final en celda de seguridad en el relleno sanitario

Disponer los cangrejos muertos en una celda de seguridad licenciada por la autoridad ambiental ubicada en el relleno sanitario, la cual guarde los parámetros de construcción y operación establecidos en el reglamento de Aguas y Saneamiento RAS 2000 Decreto 1096 de 2000 o el que lo sustituya, posteriormente se recomienda tapar con una capa de cal viva y finalmente colocar una cobertura de suelo de mínimo 50 cm. de espesor.

### Opción 4: Enterramiento in situ

Protección Ambiental... Responsabilidad de Todos Bogotá, D. C. Avenida La Esperanza # 62 – 49, Centro Comercial Gran Estación costado Esfera, pisos 5 y 6. Correo electrónico: sau@car.gov.co

En caso de encontrarse en zonas rurales, teniendo en cuenta que el transporte y manipulación ameritan un tratamiento especial, se recomienda realizar el entierro in situ. Para tal fin deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Ausencia de puntos de captación de agua y que la presencia de aguas subterráneas sea a una profundidad superior a los 8 metros.
- Entierro ubicado lejos de cursos de agua superficiales (ríos, lagunas, arroyos, etc.), y donde haya ausencia de cañerías de gas, agua o cables eléctricos subterráneos.
- Proveer las provisiones sobre la colocación en la fosa de cubiertas de materiales especiales para prevenir una posible lixiviación y contaminación de las aguas.
- La fosa debe ser excavada en forma de talud, es decir con paredes inclinadas, para evitar posibles desmoronamientos.
- Si se pretende enterrar varios animales, el piso de la fosa debe ser una pendiente que alcance 4 metros de profundidad aproximadamente en los 10 metros finales.
- La tierra se depositará a una distancia no menor de 1,5 metros de los bordes de la fosa para facilitar su posterior relleno.
- Se clavan estacas demarcatorias teniendo en cuenta que, para obtener un ancho de fosa de 3 metros, excavada en talud, el ancho de superficie debe ser de 5 metros. Es conveniente marcar el punto, a partir del cual, el piso de la fosa debe alcanzar los 4 metros de profundidad.
- Cuando sea necesario trasladar los cadáveres, éstos deberán ser transportados hasta el lugar de su enterramiento en una volqueta con la caja acondicionada para evitar la salida de fluidos. Debido a su rapidez y eficiencia, el equipo más apropiado para hacer la excavación es una retroexcavadora, y la profundidad de la zanja deberá ser tal que permita cubrir de forma completa los animales por lo menos con 1 metro de tierra.
- Para sellar la fosa, se cubren las carcadas con tierra y a 40 cm. antes de terminar de cubrir completamente.
- Debe aplicarse una capa de cal viva en toda la superficie, para posteriormente completar el tapado con tierra.
- No se debe compactar la tierra una vez finalizado el proceso.
- Por último, se requiere aplicar sobre la fosa y hasta a 2 metros alrededor de ella, carbonato de sodio, y cercar todo el perímetro del lugar de entierro para evitar la entrada de animales.

### 11.3. Línea de acción, divulgación y capacitación

#### Objetivo 3:

Informar, divulgar y capacitar de manera oportuna y eficaz a las instituciones y a la sociedad para que se asuma responsablemente las acciones para la prevención, control y erradicación de Cangrejo Rojo Californiano.

#### Actividades:

- Impulsar la divulgación, la educación y la concientización de la sociedad en general.
- Generar conocimiento para la toma de decisiones informadas.
- Generar mecanismos de información y divulgación tales como avisos, volantes comerciales de radio y TV, entre otros.
- Desarrollar talleres para educar y sensibilizar actores involucrados en los diferentes niveles con el fin de que se empoderen en cuanto a identificación de la especie, magnitud de la problemática ecológica, agrícola y de salud pública, efectos sobre los ecosistemas y cultivos, manejo, control, disposición final.
- Implementar un mecanismo de reporte de los diferentes actores a la Corporación para tener una detección temprana y control de la especie *P. Clarkii*.

## 12. Plan de acción: líneas de acción, estrategias, acciones, responsables, tiempos, matriz de indicadores.

### LÍNEA DE ACCIÓN 1: INVESTIGACIÓN Y CONOCIMIENTO.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Generar información permanente y actualizada sobre la reproducción, comportamiento, distribución y dispersión de *Procambarus clarkii* en los diferentes ecosistemas de la Jurisdicción CAR**

**OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Identificar y evaluar los impactos que ocasiona el *Procambarus clarkii* sobre la biodiversidad y el medio ambiente de la Jurisdicción CAR.**

**OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Identificar y evaluar los impactos que ocasiona el *Procambarus clarkii* sobre la salud pública y los sectores productivos de la Jurisdicción CAR.**

	Tiempo de ejecución	Resultados esperados	Indicadores de gestión	Actores involucrados	Lugar
Actividad 1: <b>Desarrollar capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales.</b>	2 años	Capacidad instalada en los profesionales de la CAR sobre la especie y sus impactos.	Número de profesionales y/o técnicos capacitados en la problemática de invasión por <i>P. clarkii</i>	CAR Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Comunidades locales	Jurisdicción CAR
Actividad 2: <b>Realizar alianzas con entes académicos y/o centros de investigación, locales,</b>	2 años	Mesas de trabajo, convenios, colaboraciones y/o cualquier tipo de sinergia para el	Numero de alianzas establecidas entre la CAR y diversas instituciones dirigidas a la gestión de la	CAR Comunidades locales	Jurisdicción CAR

regionales o nacionales para actualizar información técnica de *Procambarus clarkii*.

trabajo en el plan de prevención manejo y control de la especie en la jurisdicción CAR.

problemática de invasión de *Procambarus clarkii*

Entidades gubernamentales y no gubernamentales.

Actividad 3: **Monitorear en épocas de lluvia y sequía las poblaciones de *Procambarus clarkii* ya identificadas buscando el momento crítico de su ciclo de vida.**

15 años

Actividades continuas de monitoreo de la especie.

Número de individuos reportados por periodo de monitoreo.

Análisis sobre la dinámica poblacional.

CAR  
MADS

Otras entidades gubernamentales y no gubernamentales.

Jurisdicción CAR

Actividad 4: **Establecer un protocolo de reporte que identifique habitad, temperatura, coordenada, cuerpos de agua donde se encuentra presente, numero individuos por metro cuadrado, estado de desarrollo, tipo de afectación, cercanía a otros cuerpos de agua susceptibles posibles nuevas invasiones.**

1 año

Documento de protocolo estandarizado con los formatos de registro para el reporte y el monitoreo de la especies.

Numero de reportes realizados mediante el protocolo estandarizado.

CAR

Otras instituciones que reporten y/o monitoreen la especie en el territorio CAR.

Jurisdicción CAR

Actividad 5: **Generar una red de información entre la Corporación y gobiernos locales, Empresas de Servicios Públicos,**

5 años

Consolidación de una red para generar en tiempo real reportes sobre la presencia de esta especie invasora en el territorio CAR.

Numero de reportes anuales de la presencia de *P. clarkii* a través de la red de información consolidada.

CAR, gobiernos locales, Empresas de Servicios Públicos,

Jurisdicción CAR



**Instituciones educativas, Agremiaciones de pescadores y comunidad en general que reporten la presencia de Cangrejo Rojo Californiano.**

Instituciones educativas, Agremiaciones de pescadores, ONG's y comunidad en general.

<p>Actividad 6: <b>Monitorear la efectividad de las acciones de Manejo, Control y Disposición Final realizadas.</b></p>	<p>15 años</p>	<p>Generar una estrategia de monitoreo y seguimiento de las acciones de manejo y control establecidas para la especie en el territorio CAR.</p>	<p>Porcentaje de disminución de las poblaciones de la especie en los lugares monitoreados producto de las acciones de prevención, manejo y control.</p>	<p>CAR</p>	<p>Jurisdicción CAR</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	-------------------------

<p>Actividad 7: <b>Identificación de las posibles vías de entrada y propagación de <i>Procambarus clarkii</i> en la Jurisdicción CAR, teniendo en cuenta lugares como venta de mascotas en acuarios, restaurantes que comercializan productos derivados de la acuicultura, explotaciones acuícolas entre otras.</b></p>	<p>1 año</p>	<p>Generación de un mapa de riesgo y base de datos con la información sobre las posibles vías de entrada y distribución artificial y natural de la especie.</p>	<p>Número de puntos críticos identificados para la entrada de la especie a nuevas zonas de la jurisdicción CAR.  Cantidad de mapas de riesgo entregados a</p>	<p>CAR, gobiernos locales, Empresas de Servicios Públicos, Instituciones educativas, Agremiaciones de pescadores, ONG's y comunidad en general</p>	<p>Jurisdicción CAR</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------

<p>Actividad 8: <b>Monitoreo, detección temprana</b></p>	<p>3 años</p>	<p>Reportar a los municipios donde se prevé la entrada de la</p>	<p>Numero de reportes realizados sobre la posible entrada de la especie</p>	<p>CAR, gobiernos locales,</p>	<p>Jurisdicción CAR</p>
----------------------------------------------------------	---------------	------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------	--------------------------------	-------------------------

y advertencia a municipios de distribución potencial.

especie para que puedan realizarse adecuadas labores de contención y vigilancia.

invasora al perímetro de los municipios.

Empresas de Servicios Públicos, Instituciones educativas, Agremiaciones de pescadores, ONG's y comunidad en general

Actividad 9: Generar un diagnóstico y evaluación comparativa anual de la situación de la especie en la Jurisdicción CAR.

15 años

Documentar y reportar cada año la dinámica de invasión, prevención, manejo y control de *P. clarkii* para la Jurisdicción CAR.

Porcentaje de éxito en la prevención, manejo y control de *P. clarkii* para la Jurisdicción CAR.

CAR, gobiernos locales, Empresas de Servicios Públicos, MADS.

Jurisdicción CAR

LÍNEA DE ACCIÓN 2: CONTROL, MANEJO ERRADICACIÓN Y DISPOSICION FINAL.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Establecer programas y acciones de control, manejo y erradicación de poblaciones de Cangrejo Rojo Californiano.

	Tiempo de ejecución	Resultados esperados	Indicadores de gestión	Actores involucrados	Lugar
<p><b>Actividad 1:</b> Realizar retenes de control y vigilancia en cuanto al comercio de animales vivos en acuarios, restaurantes,</p>	10 años	<p>Estadísticas semestrales del programa de monitoreo.</p> <p>Establecimiento de los patrones de</p>	<p>Número de retenes, inspecciones de control realizados y reportados anualmente.</p>	<p>CAR</p> <p>Administraciones municipales</p>	<p>Jurisdicción CAR</p>

actividades de transporte de mercancías de origen acuícola, y excedentes de las faenas de pesca especialmente en los sitios donde está detectada la especie invasora.

alimentación, desplazamiento y las incidencias en los tamaños poblacionales.

Disminución de las poblaciones y del porcentaje de invasión a nuevas zonas de la jurisdicción.

Comunidades locales

**Actividad 2:** Adoptar medidas de manejo y control para la especie *Procambarus clarkii* en la jurisdicción CAR.

10 años

Disminución y erradicación de la especie invasora en el territorio CAR.

Documento anual de análisis con datos estadísticos sobre los cambios espacio temporales de las poblaciones de *Procambarus clarkii* en las zonas sujetas a control y manejo.

CAR  
MADS

Jurisdicción  
CAR

**LÍNEA DE ACCIÓN 3: LÍNEA DE ACCIÓN, DIVULGACIÓN Y CAPACITACIÓN**

**OBJETIVO ESPECÍFICO 5:** Informar, divulgar y capacitar de manera oportuna y eficaz a las instituciones y a la sociedad para que se asuma responsablemente las acciones para la prevención, control y erradicación de Cangrejo Rojo Californiano.

**Tiempo de ejecución**

**Resultados esperados**

**Indicadores de gestión**

**Actores involucrados**

**Lugar**

<p><b>Actividad 1:</b> Impulsar la divulgación, la educación y la concientización de la sociedad en general.</p>	5 años	<p>Estandarización de mínimo una medida de manejo y control para las poblaciones de <i>Procambarus clarkii</i> en la jurisdicción CAR.</p>	<p>Número de herramientas de manejo y control del <i>Procambarus clarkii</i> estandarizadas.  Número de herramientas de manejo y control de <i>procambarus clarkii</i></p>	CAR	Jurisdicción CAR
<p><b>Actividad 2:</b> Generar conocimiento para la toma de decisiones informadas.</p>	5 años	<p>Disminución en los niveles población evidenciados en nidos durante la fase de investigación y monitoreo.</p>	<p>Disminución mínimo de un 60% en los niveles de poblaciones de <i>Procambarus clarkii</i> en los sitios donde se empezó con las estrategias de control y manejo de la especie.</p>	CAR	Jurisdicción CAR
<p><b>Actividad 3:</b> Generar mecanismos de información y divulgación tales como avisos, volantes comerciales de radio y TV, entre otros.</p>	10 años	<p>Aumento del grado de conocimiento y conciencia sobre la especie y sus impactos.</p>	<p>Número de piezas divulgativas realizadas para el conocimiento y conciencia sobre la especie y sus impactos.</p>	<p>CAR MADS Administraciones municipales</p>	Jurisdicción CAR
<p><b>Actividad 4:</b> Desarrollar talleres para educar y sensibilizar actores involucrados en los diferentes niveles con el fin de que se empoderen en cuanto a identificación de la especie, magnitud de la problemática ecológica, agrícola y de salud pública,</p>	5 años	<p>Aumento del grado de conocimiento y conciencia sobre la especie y sus impactos.</p>	<p>Número de talleres realizados para el conocimiento y conciencia sobre la especie y sus impactos.</p>	<p>CAR, gobiernos locales, Empresas de Servicios Públicos, Instituciones educativas, Agremiaciones de pescadores, ONG's y</p>	Jurisdicción CAR

efectos sobre los ecosistemas y cultivos, manejo, control, disposición final.

comunidad en general

### 13. Propuesta de estrategia financiera

**Tabla 3:** Costos de las líneas del plan de prevención, control y manejo.

Aclarar periodos de revisión cada X años y posibilidad e variación de acuerdo al desarrollo del plan.

Línea	Descripción	Costo (en pesos)	Duración
1	INVESTIGACIÓN Y CONOCIMIENTO.	\$150'000.000	10 años
2	CONTROL, MANEJO ERRADICACIÓN Y DISPOSICION FINAL.	\$250'000.000	15 años
3	DIVULGACIÓN Y CAPACITACIÓN	\$100'000.000	5 años
<b>Total</b>		<b>\$500'000.000 (Quinientos millones de pesos)</b>	

**Tabla 4:** fuentes públicas y privadas probables de apoyo al plan.

INSTITUCIÓN	TIPO DE INSTITUCIÓN	TIPO DE APOYO	TIEMPO DE APOYO	COMPROMISO
<b>Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS</b>	Pública	Asesoría técnico-científica	4 años	
		Publicaciones		
		Transferencia de tecnologías		
<b>CORPOBOYACA</b>	Pública	Recursos económicos	4 años	

				Cooperación en proyectos	
<b>CORPOGUAVIO</b>			Pública	Recursos económicos	4 años
				Cooperación en proyectos	
<b>CORTOLIMA</b>			Pública	Recursos económicos	4 años
				Cooperación en proyectos	
<b>CORPOCALDAS</b>			Pública	Recursos económicos	4 año
				Cooperación en proyectos	
<b>Secretaría Ambiente</b>	<b>Distrital</b>	<b>de</b>	Pública	Espacios físicos	3 años
<b>Instituto Humboldt IAvH</b>	<b>Alexander von</b>	<b>von</b>	Pública	Asesoría técnico-científica	15 años
				Publicaciones	
				Transferencia de tecnologías	
<b>Alcaldías Municipales de la jurisdicción CAR</b>			Pública	Espacios físicos	4 años
				Recursos económicos	
				Recursos humanos	
<b>Gobernación Cundinamarca</b>		<b>de</b>	Pública	Espacios físicos	4 años
				Recursos económicos	

			Recursos humanos	
<b>Gobernación de Boyacá</b>	Pública	Espacios físicos	4 años	
		Recursos económicos		
		Recursos humanos		
<b>Gobernación del Tolima</b>	Pública	Espacios físicos	4 años	
		Recursos económicos		
		Recursos humanos		
<b>Parques Nacionales Naturales de Colombia</b>	Pública	Asesoría técnico-científica	5 años	
		Publicaciones		
		Transferencia de tecnologías		
<b>Universidad Nacional de Colombia</b>	Pública	Asesoría técnico-científica	5 años	
		Publicaciones		
		Transferencia de tecnologías		
<b>Fundación Humedales</b>	Privada	Asesoría técnico-científica	4 años	
		Publicaciones		
		Recursos económicos		

<b>Fundación Natura Colombia</b>	Privada	Asesoría técnico-científica	2 años
		Publicaciones	
		Recursos económicos	
<b>AUNAP</b>	PUBLICA	Asesoría técnico-científica	2 años
		Publicaciones	
		Recursos económicos	
<b>BIRDLIFE INTERNATIONAL</b>	Privada	Asesoría técnico-científica	2 años
		Publicaciones	
		Recursos económicos	

## 14. Seguimiento y evaluación del plan de acción (indicadores para el seguimiento)

**Tabla 5:** estrategia de seguimiento y evaluación del plan de acción (indicadores para el seguimiento)

Línea de acción 1: INVESTIGACIÓN Y CONOCIMIENTO.					
Objetivo específico 1: Generar información permanente y actualizada sobre la reproducción, comportamiento, distribución y dispersión de <i>Procambarus clarkii</i> en los diferentes ecosistemas de la Jurisdicción CAR					
A	B	C	D	E	F
Indicadores de ejecución:	Tiempo de ejecución:	Cumplimiento del indicador:	Tiempo de ejecución (Realizado)	% Cumplimiento de la actividad	% Cumplimiento del tiempo



<b>Actividad 1:</b> Desarrollar capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales.	<b>2 años</b>				
<b>Actividad 2:</b> Realizar alianzas con entes académicos y/o centros de investigación, locales, regionales o nacionales para actualizar información técnica de <i>Procambarus clarkii</i> .	<b>2 años</b>				
<b>Actividad 3:</b> Generar una red de información entre la Corporación y gobiernos locales, Empresas de Servicios Públicos, Instituciones educativas, Agremiaciones de pescadores y comunidad en general que reporten la presencia de Cangrejo Rojo Californiano.	<b>5 años</b>				
<b>Actividad 4:</b> Monitorear la efectividad de las acciones de Manejo, Control y	<b>15 años</b>				

Disposición Final realizadas.					
<b>Actividad 5:</b> Identificación de las posibles vías de entrada y propagación de <i>Procambarus clarkii</i> en la Jurisdicción CAR, teniendo en cuenta lugares como venta de mascotas en acuarios, restaurantes que comercializan productos derivados de la acuicultura, explotaciones acuícolas entre otras.	1 año				
<b>Actividad 6:</b> Generar un diagnóstico y evaluación comparativa anual de la situación de la especie en la Jurisdicción CAR.	15 años				
<b>Objetivo específico 2: Identificar y evaluar los impactos que ocasiona el <i>Procambarus clarkii</i> sobre la biodiversidad y el medio ambiente de la Jurisdicción CAR.</b>					
<b>Actividad 7:</b> Establecer un protocolo de reporte que identifique hábitad, temperatura, coordenada, cuerpos de agua donde se encuentra	1 año				

presente, numero individuos por metro cuadrado, estado de desarrollo, tipo de afectación, cercanía a otros cuerpos de agua susceptibles posibles nuevas invasiones.					
<b>Actividad 8:</b> Monitoreo, detección temprana y advertencia a municipios de distribución potencial.	3 años				
<b>Actividad 3:</b> Monitorear en épocas de lluvia y sequia las poblaciones de <i>Procambarus clarkii</i> ya identificadas buscando el momento crítico de su ciclo de vida.					
<b>Línea de acción 2: CONTROL, MANEJO ERRADICACIÓN Y DISPOSICION FINAL.</b>					
<b>Objetivo específico 3:</b> Establecer programas y acciones de control, manejo y erradicación de poblaciones de Cangrejo Rojo Californiano.					
<b>Indicadores de ejecución:</b>	<b>Tiempo de ejecución</b>	<b>Cumplimiento del indicador</b>	<b>Tiempo de ejecución (Realizado)</b>	<b>% Cumplimiento de la actividad</b>	<b>% Cumplimiento del tiempo</b>
<b>Actividad 1:</b> Realizar retenes de control y vigilancia en cuanto al comercio de animales vivos en acuarios, restaurantes, actividades de transporte de	10 años				

mercancías de origen acuícola, y excedentes de las faenas de pesca especialmente en los sitios donde está detectada la especie invasora.					
<b>Actividad 2:</b> Adoptar medidas de manejo y control para la especie <i>Procambarus clarkii</i> en la jurisdicción CAR.	10 años				

**Línea de acción 4: DIVULGACIÓN Y CAPACITACIÓN**

**Objetivo específico 5:** Informar, divulgar y capacitar de manera oportuna y eficaz a las instituciones y a la sociedad para que se asuma responsablemente las acciones para la prevención, control y erradicación de Cangrejo Rojo Californiano.

Indicadores de ejecución	Tiempo de ejecución	Cumplimiento del indicador	Tiempo de ejecución (Realizado)	% Cumplimiento de la actividad	% Cumplimiento del tiempo
<b>Actividad 1:</b> Impulsar la divulgación, la educación y la concientización de la sociedad en general.	5 años				
<b>Actividad 2:</b> Generar conocimiento para la toma de decisiones informadas.	5 años				
<b>Actividad 3:</b> Generar	10 años				

<p>mecanismos de información y divulgación tales como avisos, volantes comerciales de radio y TV, entre otros.</p>					
<p><b>Actividad 4:</b>          Desarrollar talleres para educar y sensibilizar actores involucrados en los diferentes niveles con el fin de que se empoderen en cuanto a identificación de la especie, magnitud de la problemática ecológica, agrícola y de salud pública, efectos sobre los ecosistemas y cultivos, manejo, control, disposición final.</p>	<p>5 años</p>				

## 15. Bibliografía

Alcorlo, P.; Geiger, W. and Otero, M. 2004. Feeding preferences and food selection of the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, in habitats differing in food item diversity. *Crustaceana*, 77: 435-453.

Alcorlo, P.; Geiger, W. and Otero, M. 2008. Reproductive biology and life cycle of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* (Crustacea: Decapoda) in diverse aquatic habitats of South-Western Spain: Implications for population. *Fundamental and Applied Limnology*, 173: 197-212.

Alderman, D.J. and Polglase, J.L. 1988. Pathogens, parasites and commensals. p. 167-212. In: D.M. Holdich and R.S. Lowery (eds), *Freshwater Crayfish: biology, management and exploitation*. London, Croom Helm.

Ameyaw-Akumfi, C. 1981. Courtship in the crayfish *Procambarus clarkii* (Girard) (Decapoda, Astacidea). *Crustaceana*, 40: 57-64.

Ameyaw-Akumfi, C. and Hazlett, B.A. 1975. Sex recognition in the crayfish *Procambarus clarkii*. *Science*, 190: 1225-1226.

Amin, O.M. 1998. Marine flora and fauna of the eastern United States. *Acanthocephala*. NOAA Technical Report NMFS, 135: 1-27.

Anastácio, P.M.; Frias, A.F. and Marques, J.C. 2000. Impact of crayfish densities on wet seeded rice and the inefficiency of a non-ionic surfactant as an ecotechnological solution. *Ecological Engineering*, 15: 17-25.

Anastácio, P.M. and Marques, J.C. 1995. Population biology and production of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard) in the Lower Mondego river valley, Portugal. *Journal of Crustacean Biology*, 15: 156-168.

Anastácio, P.M. and Marques, J.C. 1997. Crayfish, *Procambarus clarkii*, effects on initial stages of rice growth in the lower Mondego River valley (Portugal). *Freshwater Crayfish*, 11: 608-617.

Anastácio, P.M.; Parente, V. and Correia, A.M. 2005. Crayfish effects on seeds and seedlings: identification and quantification of damage. *Freshwater Biology*, 50: 697-704

Angeler, D.G.; Sánchez-Carrillo, S.; García, G. and AlvarezCobelas, M. 2001. The influence of *Procambarus clarkii* (Cambaridae, Decapoda) on water quality and sediment characteristics in a Spanish floodplain wetland. *Hydrobiologia*, 464: 89-98.

Aquiloni, L.; Brusconi, S.; Cecchinelli, E.; Tricarico, E.; Mazza, G.; Paglianti, A. and Gherardi, F. 2010. Biological control of invasive populations of crayfish: the European eel (*Anguilla anguilla*) as a predator of *Procambarus clarkii*. *Biological Invasions*, 12: 3817-3824.

Aquiloni, L.; Ilhéu, M. and Gherardi, F. 2005. Habitat use and dispersal of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in ephemeral water bodies of Portugal. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 38(4): 225-236.

Arrignon, J.C.V.; Huner, J.V. and Laurent, P.J. 1990. *L'écrevisse Rouge des Marais*. Paris, Maisonneuve et Larose, 87p.

Baker, H.G. 1965. Characteristics and modes of origins of weeds. p. 147-172. In: H.G. Baker and G.L. Stebbins (eds), *The Genetics of Colonizing Species*. New York, U.S.A., Academic Press.

Banci, K.R.S.; Torello-Viera, N.F.; Marinho, O.S.; Calixto, P.O. and Marques, O.A.V. 2013. Predation of *Rhinella ornata* (Anura, Bufonidae) by the alien crayfish (Crustacea, Astacidae) *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in São Paulo, Brazil. *Herpetology Notes*, 6: 339341.

Barbaresi, S.; Fani, R.; Gherardi, F.; Mengoni, A. and Souty-Grosset, C. 2003. Genetic variability in European populations of an invasive American crayfish: preliminary results. *Biological Invasions*, 5: 269-274.

Barbaresi, S. and Gherardi, F. 2000. The invasion of the alien crayfish *Procambarus clarkii* in Europe, with particular reference to Italy. *Biological invasions*, 2: 259-264.

Barbaresi, S. and Gherardi, F. 2006. Experimental evidence for homing in the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*. *Bulletin Francais de la peche et la pisciculture*, 380-381: 1145-1154.

Barbaresi, S.; Gherardi, F.; Mengoni, A. and Souty-Grosset, C. 2007. Genetics and invasion biology in fresh waters: a pilot study of *Procambarus clarkii* in Europe. p 381400. In: F. Gherardi (ed), *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*. Dordrecht, The Netherlands, Springer.

Barbaresi, S.; Santini, G.; Tricarico, E. and Gherardi, F. 2004. Ranging behaviour of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* (Girard). *Journal of Natural History*, 38: 2821-2832

## 16. Índice de siglas

**CAR:** Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca

**CDB:** Convenio de Diversidad Biológica

**CITES:** Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

**CVC:** Corporación Autónoma Regional del Valle.

**DRN:** Dirección de Recursos Naturales

**FHLC:** Fundación Humedal la Conejera

**GBIF:** Global Biodiversity Information Facility

**ICA:** Instituto Colombiano Agropecuario

**IGAC:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi

**IAvH:** Instituto Alexander von Humboldt

**MADS:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**PCM:** Plan de Conservación y Manejo

**SiB:** Biodiversidad de Colombia

**UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

## 17. Anexos: cartografía, matrices de información o bases de datos