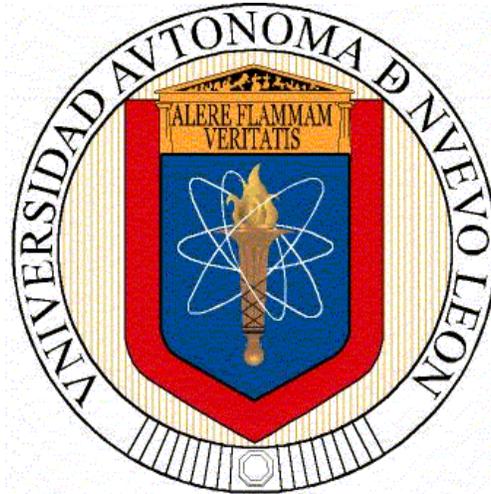


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**T E S I S**

**MORFOMETRÍA, DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y POTENCIAL EN EL  
NORTE DE MÉXICO DEL ACOCIL ROJO *PROCAMBARUS CLARKII*  
(GIRARD, 1852) (CRUSTACEA: CAMBARIDAE,)**

PRESENTA

**MARIA KARINA FRANCO SUSTAITA**

PARA OBTENER EL GRADO DE

**DOCTOR EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN MANEJO DE  
VIDA SILVESTRE Y DESARROLLO SUSTENTABLE**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, NUEVO LEÓN,  
NOVIEMBRE 2014**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**MORFOMETRIA, DISTRIBUCION ACTUAL Y POTENCIAL EN EL  
NORTE DE MEXICO DEL ACOCIL ROJO *Procambarus clarkii*  
(GIRARD, 1852) (CRUSTACEA: CAMBARIDAE,)**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL GRADO DE

**DOCTOR EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN MANEJO DE  
VIDA SILVESTRE Y DESARROLLO SUSTENTABLE**

PRESENTA

**BIOL. MARIA KARINA FRANCO SUSTAITA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, NUEVO LEÓN**

**MORFOMETRIA, DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y POTENCIAL EN EL  
NORTE DE MÉXICO DEL ACOCIL ROJO *Procambarus clarkii*  
(GIRARD, 1852) (CRUSTACEA: CAMBARIDAE)**

Comité de Tesis

---

Dr. Gabino Adrián Rodríguez Almaraz  
Director

---

Dra. Susana Favela Lara  
Secretario

---

Dr. Jesús Ángel De León González  
Vocal

---

Dr. Jesús Montemayor Leal  
Vocal

---

Dr. Carlos Solís Rojas  
Vocal

## 1.-RESUMEN

*Procambarus clarkii* es un crustáceo decápodo, que forma parte del grupo de los acociles y habita cuerpos de agua dulce tanto lóticos como lénticos. Comúnmente es conocido como cangrejo de río, acocil rojo o crawfish. Es una de las especies de invertebrados con mayor distribución a nivel mundial, convirtiéndose de ésta manera en un invasor disperso en casi todos los continentes a excepción de Australia y Antártica. Y ha demostrado ser una amenaza para los ecosistemas donde se encuentra como introducido. La finalidad de éste estudio fue determinar la distribución actual y potencial de *Procambarus clarkii* con el propósito de identificar las áreas de México donde se encuentra como invasora o susceptibles a ser invadidas, así también realizar análisis de riesgo para identificar los daños que la especie es capaz de ocasionar en los ecosistemas acuáticos donde se ha introducido o en caso de futuras introducciones. Y se llevó a cabo la comparación morfológica entre las poblaciones presentes en nuestro país, para determinar cercanía entre ellas. Para el desarrollo del presente estudio, se trabajó con ejemplares de la especie *Procambarus clarkii*, recolectados recientemente y presentes en diversas colecciones biológicas del país. Los ejemplares corresponden geográficamente a 13 Regiones hidrológicas de México. Para el análisis de distribución actual los datos geográficos de presencia de la especie fueron transformados a unidades Cónicas Conforme Lambert y los mapas de distribución fueron elaborados con el programa Arcview ver. 3.2. Respecto a la predicción de la distribución potencial del acocil rojo se utilizaron 19 variables bioclimáticas y 4 topográficas, así como 23 puntos geográficos correspondientes al rango nativo del acocil con la finalidad de modelar las condiciones ambientales donde la especie es capaz de mantener su población, los modelos de predicción fueron elaborados con el Algoritmo Genético de Conjunto de Reglas de Predicción (GARP) y el método de Máxima entropía (Maxent). El análisis morfológico se llevó a cabo mediante la separación de sexos de ejemplares adultos (Machos FI, Machos FII y Hembras) y por regiones hidrológicas. A cada ejemplar se le midieron 16 variables morfológicas que posteriormente fueron analizadas con el programa SPSS versión 17. Mediante un análisis ANOVA unifactorial se determinó si hay diferencia significativa en los valores promedios de las variables morfométricas. Se analizó el tipo de Crecimiento Alométrico usando la ecuación:  $Y = aX^b$ , que posteriormente fue linealizada a  $\log y = \log a + b \cdot x$ . Un análisis Multivariado Discriminante se llevó a cabo para determinar que variables difieren significativamente entre los organismos de las diferentes Regiones Hidrológicas del Norte de México. Los resultados obtenidos en cuanto a la distribución actual mostraron que la especie presenta poblaciones establecidas en la mayoría de los 70 cuerpos de agua que comprende presas, ríos, canales de riego, estanques y lagunas a lo largo de las 13 Regiones hidrológicas principalmente del norte del país. Así como en 6 áreas de conservación a la biodiversidad en nuestro país. En cuanto a la predicción del potencial de distribución los dos modelos son excelentes o sobresalientes pero GARP superó a Maxent, tras la corroboración del modelo. Más sin embargo ambos proporcionan una base sólida para identificar áreas donde los esfuerzos de detección deben ser más efectivos y benéficos.

El análisis de riesgo dio como resultado el rechazo total de las futuras introducciones de ésta especie por la amenaza que representa a nivel ambiental demostrado ser una herramienta eficaz que permite detectar y establecer el manejo adecuado de los impactos que la especie puede ocasionar. El análisis morfológico mostró que la mayoría de las variables fueron estadísticamente significativas entre las Regiones Hidrológicas y por sexos, diferenciando las LT máximas de 125 y 118 mm para hembra y macho FI, respectivamente de la Región hidrológica Bravo-Conchos. La mayoría de las relaciones alométricas presentaron crecimiento isométrico, dentro de las excepciones estuvo LC vs LT que resultó alométrico positiva en Machos FI y FII. El análisis Multivariado Discriminante no mostró diferencias significativas entre las Regiones Hidrológicas, más sin embargo pudo notarse una tendencia de agrupamiento entre los grupos más próximos.

## 2. ABSTRACT.

*Procambarus clarkii* is a crustacean decapod, part of the group of crayfish and inhabits freshwater ecosystems. Commonly known as crayfish, red swamp crawfish or crawfish. It is one of the most widely distributed invertebrate species in the world, becoming in this way an invader dispersed on all continents except Australia and Antarctica. And it has proven to be a threat to the ecosystems where it has been introduced. The aim of this study was to determine the current and potential distribution of *Procambarus clarkii* in order to identify areas of Mexico where it is as invasive or likely to be invaded, and also perform risk analysis to identify the damage that the species is able of lead in aquatic ecosystems where it has been introduced or in case of future introductions. And was conducted morphological comparison between these populations in our country, to determine proximity between them. For the development of this study, we worked with individuals of the species *Procambarus clarkii*, and present recently collected in various biological collections in the country. The specimens correspond geographically to Mexico 13 hydrologic regions. For the analysis of current distribution the geographic database of the species was transformed to units Conic Conform Lambert (CCL) and the maps of distribution were generated with the program Arcview ver. 3.2. Respect to generate potential geographic distributions of red swamp crawfish 19 bioclimatic and 4 topographical variables were used and 23 geographical points for the native range of crayfish in order to model the environmental conditions where the species is able to maintain its population, prediction models were developed with Genetic Algorithm for Rule Set Prediction (GARP) and Maximum entropy method (Maxent). Morphological analysis were performed by separating sexes of adult crawfish (males FI, FII males and females) and hydrologic regions. The 16 morphological variables were measurement of each sample using digital callipers (+\_ 0.01 mm) the statistical analyses were made using SPSS version 17. ANOVA univariate analysis determined whether there is significant difference in the mean values of morphometric variables. The allometric growth was analyzed using the equation:  $Y = aX^b$ , which was subsequently linearized to  $\log y = \log a + b * x$ . Multivariate discriminant analysis was performed to determine which variables differed significantly between the different agencies Hydrological Regions of Northern Mexico. The results obtained in terms of the current distribution showed that the species has established populations in most of 70 water bodies comprising dams, rivers, irrigation canals, ponds and lagoons along the 13 hydrologic regions mainly North country. As in 6 areas of biodiversity conservation. Regarding the prediction of the potential distribution are excellent models both GARP and Maxent, but GARP was better corroboration. More yet both provide a solid basis for identifying areas where detection efforts should be more effective and beneficial. Risk analysis

resulted in the rejection of future introductions of this species by the threat posed to ambient level proved to be an effective tool to detect and determine the appropriate management of impacts that may cause the species. Morphological analysis showed that most of the variables were statistically significant between the sexes and Hydrological Regions and differentiating the LT maximum of 125 and 118 mm for female and male FI, respectively in hydrologic Region Bravo-Conchos. Most allometric relationships showed isometric growth within the exceptions was LC vs. LT was positive allometric in males FI and FII. Multivariate discriminant analysis showed no significant difference between the Hydrological Regions, however more could be noted a tendency of clustering between the nearest groups.

### 3.- INTRODUCCION

*Procambarus clarkii*, comúnmente conocido como cangrejo de río, acocil rojo o crawfish, es una especie nativa del Sureste de los Estados Unidos (Huner and Barr, 1984; Campos 2005) y del Noreste de México en lo que comprende a la parte norte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, a través del Río Bravo Central y su tributario el Río Salado (Huner & Barr 1984; Campos E y Rodríguez G 1992; Campos 2005; Hernández et al. 2007; Torres & Álvarez 2012). Esta especie posee características biológicas como rápido crecimiento somático, alta tasa de fecundidad, tolerante a altas concentraciones de salinidad, bajas concentraciones de oxígeno y resistente a enfermedades y períodos de sequía (Barbaresi & Gherardi 2000; Hazletth et al. 2003; Global Invasive Species Database 2009), por lo que en muchos países como Estados Unidos es la especie comercialmente más cultivada dentro de la industria alimenticia (Ackefors 2000), en la pesca deportiva como carnada y en menor cantidad dentro del acuarismo (Romaine *et al.* 2004; Romaine *et al.* 2005). Debido a éstas razones, mundialmente *P. clarkii* se encuentra como introducido en la mayoría de los continentes a excepción de Australia y Antártica (Campos 2005; Crandall 2010).

En México sus introducciones datan desde 1955 en un ojo de agua, tributario del Río Sonora, aproximadamente a 6 millas E-SE de Cananea, Sonora (Horton H. H. J. 1962), actualmente se encuentra como introducido en gran parte del país, encontrándose así en una amplia variedad de ambientes (Campos and Rodríguez-Almaráz, 1992; Rodríguez-Almaraz *et al.*, 1999; Hernández *et al.* 2007). Se cree que las introducciones y presencia de individuos de ésta especie en ambientes naturales son principalmente el resultado de actividades humanas fallidas con fines de acuicultura (Barbaresi *et al.* 2004), que al ver el fracaso, optan por liberar a los organismos a los cuerpos de agua, convirtiéndose así, el acocil rojo en una especie no nativa, la cual afecta a las especies nativas y altera los ecosistemas que ocupa, siendo una amenaza a la biodiversidad de

agua dulce (Rodríguez *et al.* 2005; Montemator *et al.*, 2010; Hänfling *et al.* 2011) . Un ejemplo de lo anterior, es el posible desplazamiento de la especie *P. regiomontanus* nativa de Nuevo León, la cual hasta 1985 era dominante en la cuenca del Río San Juan (Campos y Rodríguez 1992; Rodríguez *et al.* 1993; Rodríguez y Campos 1994; Montemayor *et al.* 2010). Lo mismo que ha pasado con algunas especies de Europa como en *Austropotamobius pallipes* que han disminuido sus poblaciones después de las introducciones de *Procambarus clarkii* (Barbaresi & Gherardi 2000; Renai & Gherardi 2004; Gil & Alba 2006).

La importancia de predecir el potencial de distribución de una especie no nativa y el evaluar la posibilidad de que se convierta en una problemática al ser introducida en un ecosistema son de suma importancia para proteger nuestro ambiente (Mingyang *et al.* 2008). De ésta manera los análisis de predicción potencial de especies mediante el modelado de nichos ecológicos y el análisis de riesgo, nos brindan las herramientas necesarias para establecer estrategias preventivas que son las mejores acciones para enfrentar el problema de las introducciones de especies exóticas, así el analizar los patrones de distribución pueden ayudarnos a comprender el manejo de los mecanismos de invasión (Siesa *et al.* 2011).

#### **4.- HIPOTESIS**

Existe una amplia distribución de la especie *Procambarus clarkii* en el Norte de México como resultado de las introducciones antropogénicas y la migración natural de la especie a través del tiempo.

Podrá detectarse la cercanía entre las poblaciones introducidas y se demostrará que gran parte de nuestro país posee las condiciones ambientales para el establecimiento de la especie.

El análisis de riesgo determinara que existen las condiciones ambientales para el establecimiento potencial de esta especie en otras regiones del país.

Las poblaciones actuales de *P. clarkii* en el Norte de México, provienen de áreas geográficas distintas, por lo que existirá una diferencia morfo-anatómica entre ellas.

#### **5.- OBJETIVOS**

##### **5.1.- OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la distribución actual y potencial de *Procambarus clarkii* con la finalidad de identificar las áreas de México donde se encuentra como invasora o susceptibles a ser invadidas, así como también realizar un análisis de riesgo y llevar a cabo la comparación morfológica entre las poblaciones presentes en el norte de nuestro país.

##### **5.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Actualizar la distribución de *Procambarus clarkii* en el Norte de México, mediante el uso de sistemas de información Geográfica.

- Predecir la distribución potencial de la especie en el Norte de México mediante el modelado de nichos ecológicos a través del uso de los algoritmos GARP y Maxent.
- Realizar análisis de riesgo de la especie, para identificar las áreas en el Norte de México con características geográficas afines para el establecimiento de la especie *Procambarus clarkii*.
- Realizar análisis morfológico entre las poblaciones y determinar si existen diferencias significativas entre las poblaciones.

## **6.- ANTECEDENTES**

### **6.1.- Distribución mundial de acociles**

Los acociles o cangrejos de agua dulce forman un grupo monofilético, hermano de las langostas y representan aproximadamente 612 especies (Holdich, 2005), se distribuyen ampliamente en todos los continentes a excepción Australia y Antártica (Campos 2005; Crandall 2010).

La clasificación de los acociles los ubica en el infraorden Astacidea, que incluye las superfamilias Astacoidea y Parastacoidea y dentro de éstas se encuentran las familias: Astacidae y Cambaridae en el hemisferio norte y Parastacidae en el hemisferio sur (Crandall 2010). Hay dos centros de diversidad de especies de acociles de agua dulce. El primero está localizado en el sureste de Estados Unidos, donde el 80% de las especies de camaridos son encontrados. El Segundo centro de diversidad es en Victoria, Australia, albergando una gran proporción de especies de parastacidos. Los Astacidos están distribuidos al oeste de las montañas Rocallosas, al noroeste de los Estados Unidos, en la Columbia británica, Canadá y Europa. Los cambaridae se encuentran al este de Estados Unidos y sur a través de México. Los parastacidae están distribuidos en Australia, Nueva Zelanda, Sur América y Madagascar (Hobbs, H. H., Jr. 1974, 1988; Holdich, 2005). (Figura. 1).

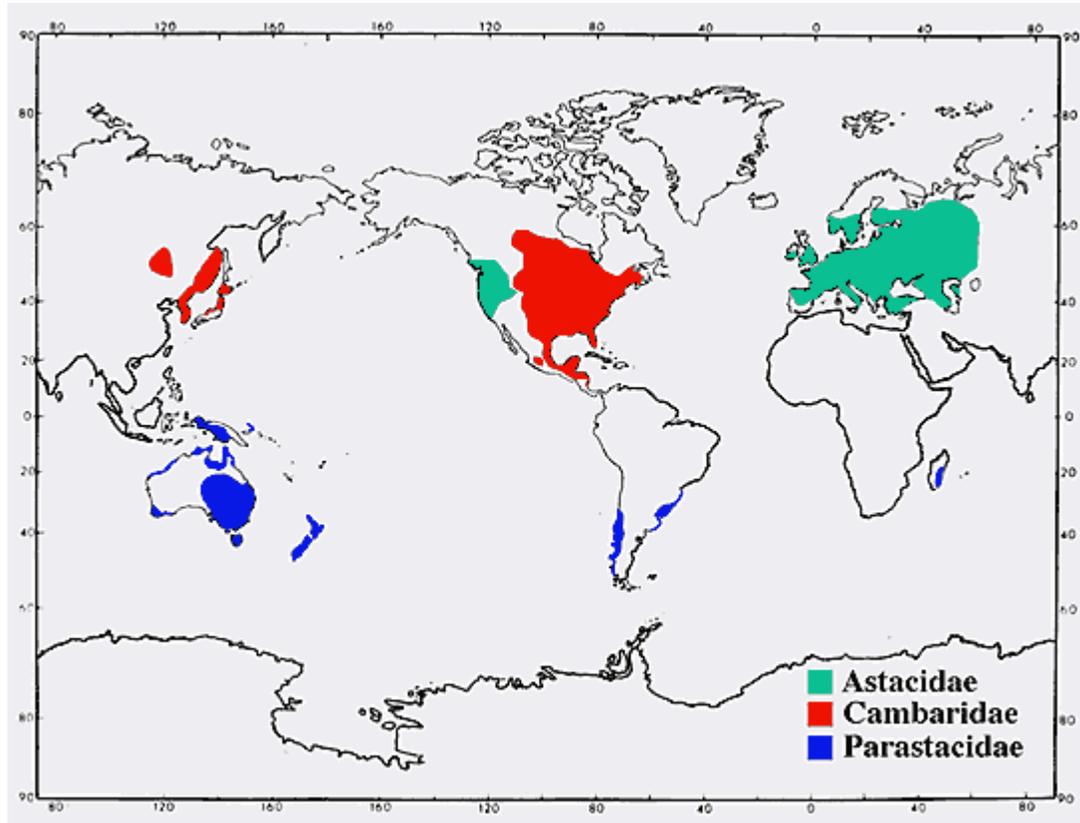


Figura. 1. Distribución mundial de acociles.

Mundialmente hay 612 especies de acociles reconocidos, con la mayor diversidad presente en Norteamérica y Australia (Holdich 2005, López-Mejía, 2008). En el Continente Americano se han descrito 406 especies de acociles (Hobbs Jr. 1989; Crandall 1999). Gran parte de esta biodiversidad corresponde al género *Procambarus*, con 16 subgéneros y 156 especies, que se distribuyen principalmente en el Sureste de los Estados Unidos, la vertiente del Golfo de México y Cuba (Hobbs Jr. 1984; Holdich, 2005).

## 6.2. Acociles mexicanos

Los acociles mexicanos corresponden a 54 especies nativas que pertenecen a la familia, Cambaridae y se ubican en dos subfamilias: Cambarinae con el género *Procambarus* que abarca 44 especies y Cambarellinae con el género *Cambarellus* que

corresponde a 9 especies (Hobbs Jr. 1989) y *Orconectes* con 1 especie (López-Mejía 2008). Y tres especies introducidas: *Procambarus clarkii*, *Orconectes virilis* y *Cherax quadricarinatus* (Hobbs Jr., 1962; Campos y Contreras 1985; Rodríguez y Campos 1994; Rodríguez-Almaráz y Mendoza 1999; Hernández et al., 2008). Las especies de México son consideradas de afinidad neártica (Villalobos *et al.* 1993), y se localizan principalmente en la vertiente del Golfo de México, pero algunas especies son habitantes de ambientes dulciacuícolas del occidente de México (Hobbs Jr. 1984, 1989; Villalobos 1982).

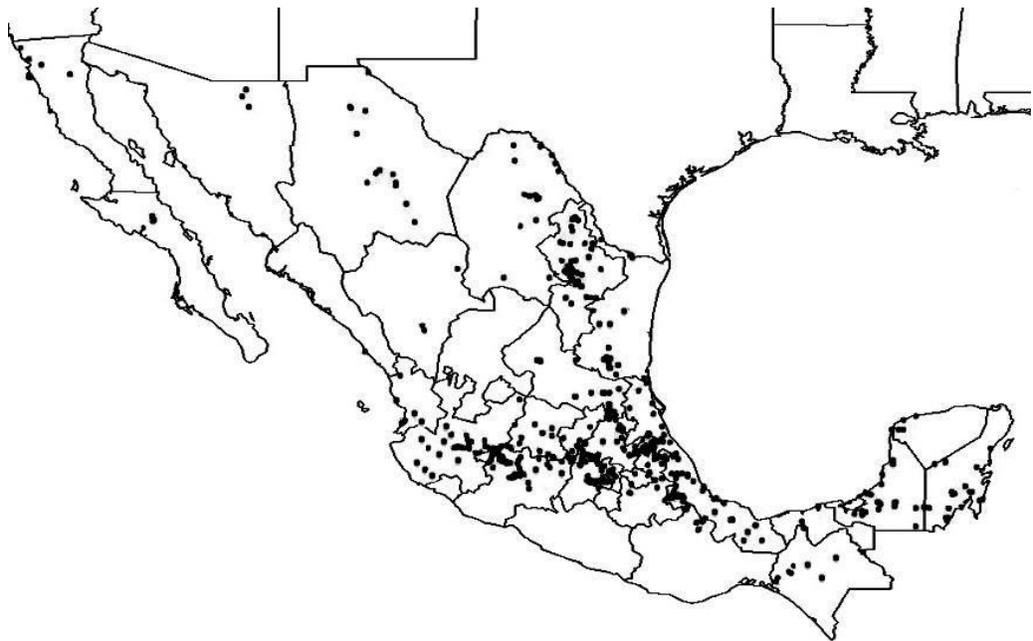


Figura 2.- Distribución en México de acociles. (Tomado de Álvarez, 2011.)

El subgénero *Scapulicambarus*, correspondiente al género *Procambarus*, se caracteriza en que todos sus miembros tienen una amplia tolerancia ecológica, soportando rangos de temperaturas amplias, construyendo madrigueras simples en épocas de reproducción y sequía (Hobbs Jr. 1984). Dentro de este se incluye las especies

nativa de México, la *P. (S.) strenthi* (Hobbs Jr. 1977), es conocida solamente en un arroyo ubicado a 24 Km. al oeste de Ciudad Valles, S. L. P. También es conocido dentro de este subgénero la especie comúnmente introducida en nuestro país *P. clarkii*.

### 6.3.- Jerarquía taxonómica de *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) ITIS 2013.

<b>Reino:</b> Animalia
<b>Phylum:</b> Arthropoda
<b>Subfilo:</b> Crustacea Brünnich, 1772
<b>Clase:</b> Malacostraca Latreille, 1802
<b>Subclase:</b> Eumalacostraca Grobben, 1892
<b>Superorden:</b> Eucarida Calman, 1904 – camarão
<b>Orden:</b> Decapoda Latreille, 1802
<b>Suborden:</b> Pleocyemata Burkenroad, 1963
<b>Infraorden:</b> Astacidea Latreille, 1802
<b>Superfamilia:</b> Astacoidea Latreille, 1802
<b>Familia:</b> Cambaridae Hobbs, 1942
<b>Subfamilia:</b> Cambarinae Hobbs, 1942
<b>Género:</b> <i>Procambarus</i> Ortmann, 1905
<b>Subgénero:</b> <i>Procambarus</i> ( <i>Scapulicambarus</i> ) Hobbs, 1972
<b>Especie:</b> <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852).

Figura 3. Taxonomía de *Procambarus clarkii*

#### **6.4.- DISTRIBUCION *Procambarus clarkii***

##### **6.4.1.- Rango nativo.**

Miembros del genero *Procambarus* están localizados en Norte América. *Procambarus clarkii* es encontrado principalmente en el centro-sur de los Estados Unidos, a través de los estados Texas, Alabama, Luisiana, Misisipi, Florida, Arkansas, Tennessee, Missouri, Illinois, Nuevo México, Oklahoma y noreste de México través del río Bravo y su tributario el río Salado en el área comprendida de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, donde se considera nativo (Campos y Rodríguez, 1992; Johnson and Johnson, 2008; Crandall, 2010).

##### **6.4.2.- Introducciones a nivel mundial.**

*Procambarus clarkii*, es una de las especies de acociles más ampliamente distribuidas en el mundo, principalmente por introducción antropogénica, aunando así las características biológicas que posee, es una especie prolífica, se adapta a ambientes con fluctuaciones estacionales, llega a producir hasta dos generaciones por año en áreas cálidas, llega a madurar a los dos meses de edad a tallas alrededor de 25-60 mm en la longitud del caparazón (Huner & Barr 1983; Cano y Ocete 2000; Reda, 2006; FAO 2014) siendo esto atractivo para su comercialización. Así también los machos FI de esta especie pueden llegar a desplazarse hasta 17 kilómetros en cuatro días, lo que ayuda a la dispersión de esta especie (Gherardi y Barbaresi, 2000).

Las primeras introducciones de *Procambarus clarkii* se dan en el continente asiático, a través de Hawaii y Japón en 1930 ya que era utilizado como alimento para las

ranas toro (Huner, 1977; Hobbs et al 1989), las consiguientes dispersiones fueron debido al uso de éste acocil como mascota lo que ocasiono una rápida distribución en toda la isla Japonesa. Esta especie también apareció en el mercado Europeo como mascota incluyendo Finlandia, Francia y España (Avault, 1976; Huner, 1984; Gherardi, 2007).

El éxito de la acuicultura de *P. clarkii* principalmente en el sureste de los Estados Unidos (Louisiana), alrededor de 1950, motivó las introducciones a otros lugares del mismo país como California, Florida, Nevada, el Pacífico de Estados Unidos (Penn, 1954), y posteriormente en Arizona, Nevada, Oregon, Maryland, Carolina del Norte y del Sur, Virginia, Georgia, Indiana, Ohio, Georgia, Alabama, Arkansas, Idaho, Illinois, Indiana, Nuevo México y Utah. Igualmente, existen poblaciones establecidas en otras regiones del continente americano, como México, Chile, Belice, Costa Rica, República Dominicana, Brasil, Nicaragua, Guatemala, Venezuela, Colombia y Ecuador (Crandall 2010). En 1974 se establece el éxito de las introducciones de ésta especie en África, a través de Kenia, Sudan, Uganda y posteriormente en Zambia y Zimbawe (Lewis, 1974; Nane E, 1975; Parker, 1976; Wariner, 1976, Huner y Barr, 1984; Hobbs III *et al.*, 1989; Campos y Rodríguez-Almaráz, 1992; Cruz and Rebelo, 2006; Wizen *et al.*, 2008). Así mismo, se ha introducido en países europeos como Gran Bretaña, Portugal, Italia, Bélgica, Chipre, Alemania, Nederland, Suiza, Reino Unido y República Checa (Gherardi and Holdich 1999; Gil & Alba 2001; Souty *et al.* 2006; Barbaresi *et al.* 2007; González M 2007; Crandall 2010). También en Asia se le ha localizado en China, Taiwán, Israel, Filipinas, Taiwán, mientras que en el continente Africano esta especie se introdujo en Kenia, Uganda, Zambia, Zimbawe, Uganda. Así como en otros lugares

como el río Nilo (Safra, et al 1999; Jarmon 1999), Egipto y Sudáfrica (Crandall 2010) (Figura 4).

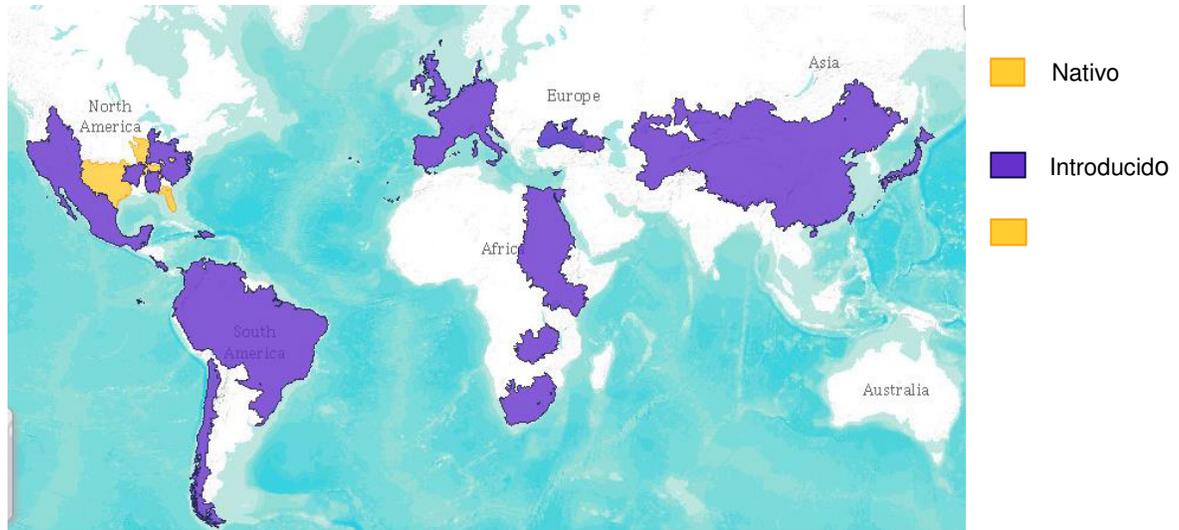


Figura 4. Distribución mundial de *Procambarus clarkii*. Tomado de IUCN Red List guiding conservation 2014

#### 6.4.3.- Introducciones en México

En nuestro país las primeras introducciones son señaladas en el Río Sonora aproximadamente a 6 millas E.SE. De Cananea, Sonora en donde ejemplares de *clarkii* fueron colectados el 6 de abril de 1955 por el Dr. R.R.Miller. Otra en la presa de Boquillas que rebalsa a la Laguna Toronto a 17 millas SO de la ciudad de Camargo, Chihuahua donde se colectaron varios ejemplares por Roger Conant y John M. Legler el 8 de Septiembre de 1960 (Hobbs H, 1962). En 1976 es reportada la presencia de éste acocil en el Ejido Uruapan, Baja California (Clark and Ralston, 1976), posteriormente es registrada su introducción en Chihuahua, Coahuila y Nuevo León (Hobbs & Grubbs, 1981; Campos y Rodríguez, 1992).

Actualmente se encuentra como introducido en gran parte del país, incluyendo la región Noreste en la parte centro y sur de los estados de Tamaulipas, Nuevo León y

Coahuila (Campos y Rodríguez-Almaraz, 1992; Rodríguez-Almaraz y Campos, 1994); Región Noroeste a través de los estados de Durango, Sinaloa, centro-sur de Chihuahua, Sonora, Baja California y Baja California Sur (Horton H. H. J. 1962; Hobbs Jr., 1976; Hobbs Jr., 1984; Hobbs Jr., 1989; Hobbs III, *et al*, 1989; Hernández *et al*, 2007) y en la Región Suroeste centro-sur de Chiapas (Torres E & Álvarez F. 2011).

## **6.5.- BIOLOGIA**

### **6.5.1.- Morfología en acociles**

Las características de los malacostrácos, incluyen un caparazón cual se extiende posteriormente para cubrir y encerrar el tórax, los ojos pedunculados móviles: anténula birrameas, un exopodio antenal; pereiópodos con exopodito flageliforme bien desarrollado, un abdomen bien desarrollado, con musculatura masiva permitiendo una fuerte flexión ventral del abanico de la cola; urópodos con la paleta-como ramas formando un abanico de la cola con el telson aplanado; pleópodos del 1 al 5 con dos ramas flageliformes ramas, y, en general, con los órganos internos excluidos de la cavidad abdominal (Holdich 2005).

Los acociles son similares a otros malacostrácos de agua dulce en que el desarrollo es directo y todo el estadio larval son embrionizados, aunque el primer estadio juvenil carece de urópodos (Silva 1993; Gherardi 2002; Patoka *et al*. 2011).

Los cangrejos de río están cubiertos de un exoesqueleto grueso (caparazón), pero relativamente flexible. Compuesto de una epicutícula y una procutícula que es arrojada

periódicamente para que se dé el crecimiento (Huner & Barr 1974; Holdich 2005; Global invasive species 2011)

### **6.5.1.1.- Morfología de *Procambarus clarkii***

#### 6.5.1.1.2.- Anatomía externa

Forma de cuerpo cilíndrica. En vista dorsal el cuerpo del acocil esta distintivamente dividido en dos regiones, una anterior, sin articulaciones cefalotórax y una posterior articulada el abdomen o cola (Holdich 2005). Cefalotórax conspicuamente granular (rugoso) en adultos, provisto de numerosos pequeños tubérculos; también tiene una serie de espinas cervicales, cefálicas, branquiostegales y marginales (Campos, 2005; Holdich, 2005; Reda, 2006; FAO 2014). Sólo en vista ventral, se puede observar que el cefalotórax está compuesto de cinco segmentos anteriores (cabeza) y ocho segmentos torácicos (Holdich, 2005). El abdomen está altamente segmentado con seis somitas bien definidos. Los somitas del cefalotórax están cubiertos por un caparazón que encierra la parte posterior y los lados. Un surco cervical divide la cabeza del tórax. Los somitas abdominales tienen una capa transversal llamada tergum. El caparazón pigmentado está separado dorsalmente por un espacio (la areola) en el centro, reducida (1.90 cm × 0.25 cm), equivalente a 15.2 veces la relación largo/ancho. Los ojos compuestos pigmentados son móviles y están situados en frente del caparazón (Campos 2005). La boca está en la cabeza entre las mandíbulas. El ano se abre ventralmente al final del telson (Hodich, 2005). A cada lado del cuerpo esta una cámara branquial. El lado anterior del caparazón es alargado formando el rostro alargado con márgenes rectos, convergentes, con espinas marginales cerca de la punta con una espina, terminando en un acumen triangular

cóncavo, con márgenes elevados, ligeramente engrosados y con una serie de tubérculos (Huner & Barr 1974; Holdich 2005; Reda,2006; FAO 2014).

### Apéndices

Hay seis grupos de apéndices. Cada grupo funciona de acuerdo a su origen. Los apéndices sensoriales se componen de las antenas y las anténulas más cortas. Estructuras que reciben y transmiten los estímulos sensoriales del ambiente (Hobbs, 1974; Holdich, 2005).

Las partes bucales consisten mandíbulas de masticar que aplastan la comida y otros dos grupos de apéndices, maxilares y maxilípedos, que manejan la comida (Hobbs 1974; Holdich 2005; Monteclaro *et al.* 2011)

Los apéndices del tórax son llamados pereiópodos o patas locomotoras, que son utilizados principalmente para la locomoción. Son cinco pares y el primer par son las quelas o tenazas que se caracterizan por ser angostas y largas, posee nudo en la porción proximal del dactilo, dejando un espacio delimitado por un tubérculo grande color escarlata en la palma de los dedos en el extremo opuesto del espacio sobre el dedo fijo (FAO 2014). Las quelas son usadas para agarrar la comida y a menudo es pérdida en combate al ser utilizada con apéndice de ofensiva o defensiva (Figiel Jr. and Miller, 1995; FAO, 2014) (Figura 4).

Los pleópodos o apéndices abdominales son importantes en el transporte de los huevos, sus movimientos circulan el agua alrededor de ellos para promover la respiración (figura 4). Los dos primeros pares de pleopodos en machos están modificados para transferir el esperma a la hembra. El esperma es almacenado en el

annulus ventralis de la hembra, localizado entre el cuarto y quinto par de pereopodos (Holdich 2005; Global invasive species 2011).

Los machos sexualmente activos también tienen prominentes ganchos sobre el isquiopodito del tercer y cuarto par de pereopodos, éstos ayudan a agarrar a la hembra durante el acto de apareamiento (Global invasive species 2011).

Los urópodos son apéndices en forma de remo en el quinto somita abdominal. Éstos junto con el telson que es el aplanado sexto somita abdominal, forman un abanico en la cola utilizado para el característico comportamiento de retroceso en la natación del cangrejo. (McDonald, 1996; Safra *et al*, 1999; Vodopich and Moore 1999; Barnes 1974; Holdich 2005; Campos 2005) (Figura 5).

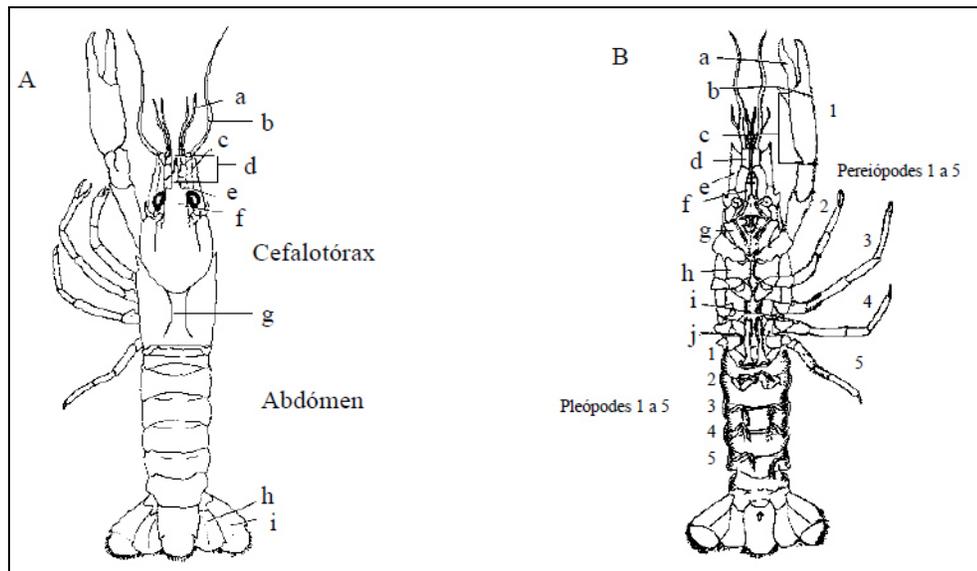


Figura 5 Morfología externa de *Procambarus clarkii* macho (adaptado de Hobbs & Jass, 1989). A - vista dorsal: a- anténula, b- antena, c- escama antenar, d- acúmen del rostro, e- espícula marginal, f- rostro, g- areola, h- rama interior del urópodo, i- rama exterior del urópodo. B - vista ventral: a- dácilo, b y c- palma, d- antena, e- escama antenar, f- anténula, g- ischium del 3º maxilípodo, h-coxa del quelípodo, i- gancho copulador, j- base de la coxa. (Tomado de Silva 1993).

Exoesqueleto. El caparazón o exoesqueleto en acociles está formado por fibras de quitina en la base del tejido con un alto grado de mineralización principalmente de

carbonato de calcio inorgánico ( $\text{CaCO}_3$ ) en la forma de calcita y de una matriz orgánica (Takagi et al. 2000; Zhou 2010). El porcentaje de carbonato de calcio se mantiene bastante constante durante la fase de intermuda, independientemente de la edad, pero el espesor de la cáscara aumenta a medida que el cangrejo crece. Este compuesto mantiene la integridad estructural del caparazón como el animal crece. El exoesqueleto de todos los acociles consiste de cuatro capas. Estas son la externa, epicutícula no calcificada, la exocutícula calcificada, la endocutícula calcificada y la interna, capa membranosa no calcificada. La capa dominante es la endocutícula, que representa más del 80 por ciento del espesor total (Silva 1993; Chizaka and Kosawa, 2003).

Color. Los patrones de coloración en los acociles son generalmente determinados por la distribución y la concentración relativa de pigmentos contenidos en las células llamados cromatóforos. Cada cromatóforo se bifurca y se encuentra por debajo de la cutícula de la epidermis. El color de los acociles depende de la dispersión del pigmento dentro de los cromatóforos. Si el pigmento está concentrado aparecerá más claro que si el pigmento se dispersa completamente a través de cada cromatóforo. En muchas especies de acociles como el acocil rojo se producen patrones dentro del material que forma el caparazón. Este patrón se superpone a los cromatóforos. La deposición de la cutícula del caparazón aumenta el espesor del caparazón y cambia el color de acociles rojos adultos (Huner and Barr, 1974; Hobbs Jr., 1984).

Hay dos tipos de moléculas pigmentarias depositadas en la endocutícula. Estas son los carotenoides y carotenoproteínas las cuales influyen el color. El color básico encontrado en adultos es derivado de carotenoproteínas morado, azul y rojo. El color de *Procambarus clarkii* en los adultos es rojo oscuro, el color del caparazón en su

superficie dorsal y ventral es rojo carmín, los segmentos abdominales, presentan dorsalmente franjas de color rojo oscuro, que alternan con las del color básico (rojo carmín) algunos sombreados color café. Con franja negra presente en el abdomen. Quelas o tenazas presentan hileras de tubérculos y espinas con tubérculos rojos brillantes. Los jóvenes tienen color gris uniforme, a veces con líneas oscuras onduladas (Campos, 2005; Dörr *et al.* 2006; FAO, 2014).

### **6.5.2.- Ciclo de vida**

Esta especie posee la estrategia-r que consiste en un ciclo de vida corto (2 años o menos), esta característica le ha merecido ser considerada como la especie con mayor plasticidad ecológica de todos los decápodos (Campos 2005). Los juveniles tienen relativamente altas tasas de sobrevivencia y pueden alternar formas activas e inactivas sexualmente. *P. clarkii* se puede dispersar fácilmente y la hembra se puede producir más de una vez al año (Campos 2005; McClain & Romaine 2007), y la cantidad de huevos producidos en el ovario es directamente proporcional a su longitud, por ejemplo una hembra con longitud total de 2 pulgadas puede producir 100 huevos, una de 3 pulgadas puede producir 300 huevos (Huner and Barr, 1984). Se ha detectado hembras que son capaces de producir más de 500 (McClain 2005) y logrando de 200 a 400 acociles jóvenes (Reda, 2006).

### **6.5.3.- Dimorfismo sexual**

Los acociles cambáridos tienen un ciclo de vida distintivo que involucra una alternancia morfológica entre formas sexualmente activas e inactivas. La forma activa es nombrada como Forma I (FI), que puede permanecer en este estado hasta 8 a 9 meses

del año y representa la forma reproductora y el Macho FII, caracterizado por la ausencia de gancho copuladores pero una vez que los adultos mudan nuevamente se transforman a una forma II, sin embargo, esta forma no puede ser distinguida de la forma inmadura (Huner, 1990; Halim 2010) (Figura 4 y 5). El dimorfismo sexual en los acociles queda de manifiesto en la mayor talla de machos adultos en comparación con las hembras, además sus quelas son más largas y gruesas (Hobbs Jr. y Marchand, 1943; Huner y Barr, 1984; Huner y Lindqvist, 1991; Campos 2005; Mueller 2007; Halim 2010). La diferenciación sexual en *Procambarus*, es reconocida en las hembras por la presencia de los gonoporos en los coxopoditos del tercer par de pereiópodos y la existencia de una abertura en forma de herradura entre el 4° y 5° par de apéndices torácicos llamado *annulus ventralis*, en donde el macho deposita el espermatóforo (Figura 6). En el caso de los machos esta diferenciación morfológica se distingue por el desarrollo de las quelas y la ornamentación y dureza de los pleópodos I (gonópodos) (Hobbs Jr., 1989; Campos 2005). Los gonópodos se ubican entre el 5° par de pereiópodos y sus primeros pleópodos están modificados para realizar la cópula; en *Procambarus clarkii* se presentan adicionalmente unos procesos a manera de ganchos en el isquio del 3° y 4° par de pereiópodos (Hobbs Jr. y Marchand, 1943; Huner y Barr, 1984; Campos 2005; Halim and Hassan 2010). En las figuras 7 y 8 se presentan caracteres dimórficos de acuerdo a Huner y Barr, 1984 y Campos, 2005.

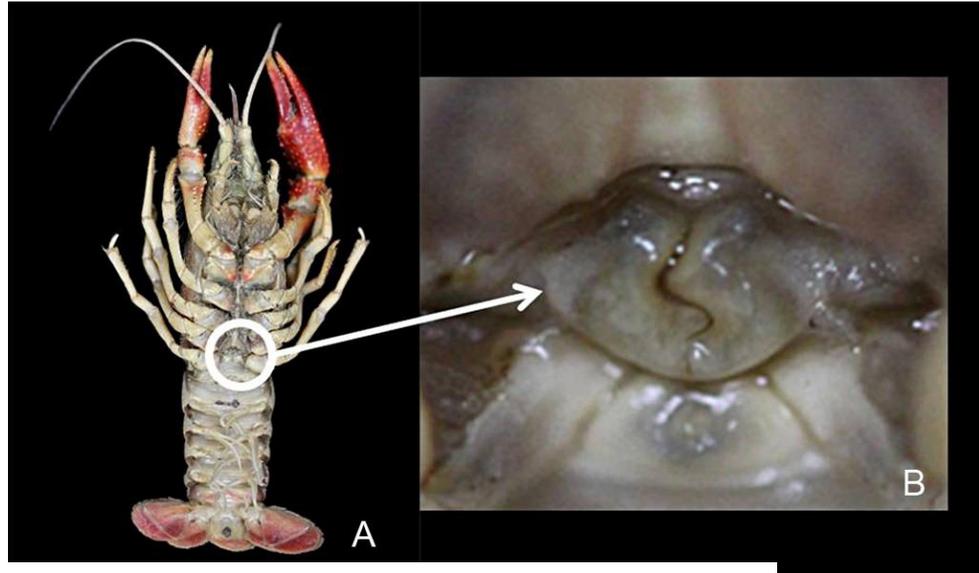


Figura 6. Dimorfismo sexual de *Procambarus clarkii*, hembra  
A) Vista Ventral de Hembra B) Annulus ventralis.

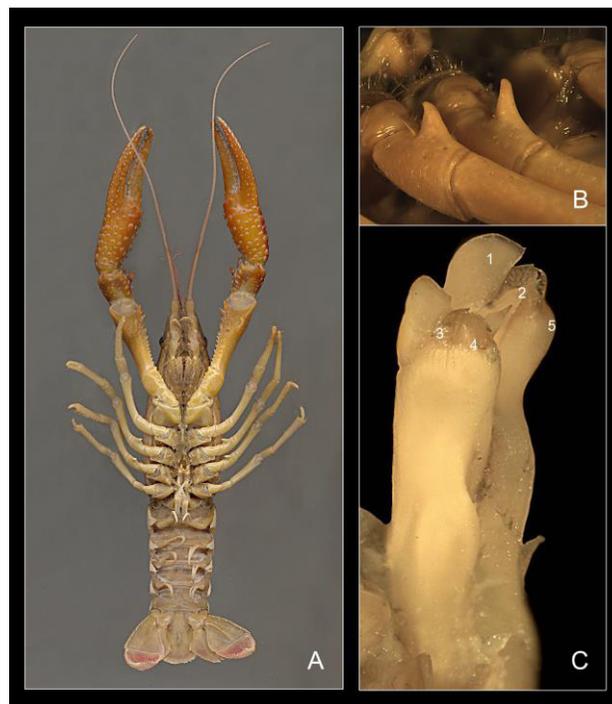


Figura 7 Dimorfismo sexual de *Procambarus clarkii*, macho, I. A) Vista ventral, Caracteres externos. B) Ganchos copuladores bien desarrollados. C) Primer par de pleópodos bien desarrollados y endurecidos. 1 Proceso cefálico; 2 proceso mesial; 3 Proceso triangular; 4 cresta elíptica; 5. Protuberancia.

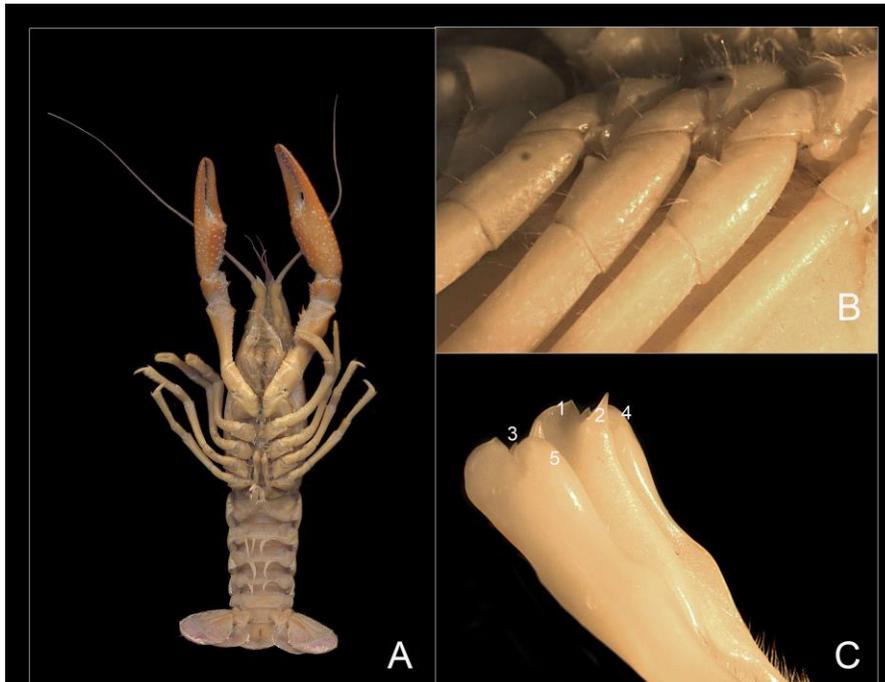


Figura 8 Dimorfismo sexual de *Procambarus clarkii*, macho FII. Caracteres externos; B) Ganchos copuladores ausentes o poco desarrollados. C) Primer par de pleópodos, poco desarrollados y no endurecidos. 1 Proceso cefálico; 2 proceso mesial; 3 Proceso triangular; 4 cresta elíptica; 5. Protuberancia.

#### 6.5.4. Madurez sexual

La talla a la cual llegan a su madurez sexual los acociles depende de la especie (existen variaciones interespecíficas e intraespecíficas), potencial genético de crecimiento y condiciones ambientales (Huner y Romaire, 1978; Momot, 1984; Lutz y Wolters, 1986). En las especies de *Procambarus* la talla de madurez varía de 45 a 125 mm. De longitud total, en particular, las hembras de *P. clarkii* pueden alcanzar su madurez desde los 50 mm., alcanzando tallas entre los 89 a 108 mm. De longitud total (Huner y Barr, 1984; Huner, 1990; Corey, 1987a; Huner y Lindqvist, 1991; Aiken y Waddy, 1992; Campos 2005). Cano y Ocete (1999) consideran su madurez sexual, a partir de los 6 cm de longitud, ya que en su

estudio la hembra mas pequeña con huevos color beige midió 6.1 cm y el macho mas pequeño con ganchos midió 5.8 cm. Esta especie alcanza su madurez sexual normalmente en 6 a 8 semanas, pero puede prolongarse hasta 6 meses y pueden vivir hasta 18 meses (Barnes, 1974; Black y Huner, 1976; Huner y Avault Jr., 1976b; Safra, et al 1999).

#### **6.5.5.-. Crecimiento**

El crecimiento en los acociles, como en el resto de los crustáceos se produce a través del proceso de muda o ecdisis, el cual implica el desprendimiento del exoesqueleto y la formación de uno nuevo, esto permite que se expandan los tejidos con el consecuente incremento en tamaño y volumen (Huner y Barr, 1984; Aiken y Waddy, 1992). La muda es controlada por una hormona, la ecdisona, producida en los pedúnculos oculares, el calcio también juega un papel muy importante, el cual es almacenado en estructuras llamadas gastrolitos, los cuales son liberados poco antes de la muda (Takagi *et al.* 2000). Durante el proceso de muda, los individuos presentan cambios en su fisiología, bioquímica, conducta y anatomía. Los factores que pueden influir sobre el crecimiento de la especie desde la fase juvenil, incluyen, densidad, temperatura, fotoperiodo, nutrición, condiciones hidrológicas y stress (Abrahamson, 1972; Bittner y Kopanda, 1973; Black y Huner, 1976; Goyert y Avault, Jr. 1978; Romaine, *et al.*, 1978; Huner and Barr, 1984; Waddy 1992; Holdich 2005; FAO 2014). El crecimiento somático obtenido por la muda, se inhibe durante el proceso de reproducción, período durante el cual los organismos se resguardan en sus madrigueras o refugios (Huner, 1976; Silva 1993; Holdich 2005). Los juveniles recién eclosionados miden 7 mm aproximadamente, se alimentan del vitelo y permanecen unidos a la membrana del huevecillo mediante un filamento membranoso que se pierde después de varios días (Auvergne, 1982); este estadio primario, presenta algunas características como el

cefalotórax engrosado y redondeado, el rostro plegado hacia la parte inferior, la cola en forma redondeada u oval y sin urópodos, el cuerpo es transparente y los ojos son sésiles.

Los juveniles de *Procambarus clarkii* de diferentes latitudes, permanecen con la madre hasta el estadio III, para posteriormente ser independientes (Corey, 1987 b; Momot, 1984; Huner *et al.*, 1994; Holdich 2005), por lo que es evidente un cuidado materno (Pollock, 1991). Así, si un juvenil o varios se separan de la madre, estos son atraídos por un feromona materna (Huner y Barr, 1984; Huner *et al.*, 1994; Holdich 2005).

Estas formas recién eclosionadas mudan varios días después para convertirse en juveniles más grandes, los cuales se caracterizan por presentar las mismas proporciones que los adultos; la cola se ensancha, los urópodos se van desarrollando, y el caparazón se endurece. Una vez que la hembra sale de la madriguera, los juveniles se pueden separar de la madre y nadar libremente, además de alimentarse, en esta etapa miden cerca de 8 milímetros de longitud total (LT), que abarca desde la punta del rostro al extremo del telson. (Huner y Barr, 1984; Huner *et al.*, 1994; Muller, 2007).

Los juveniles de *P. clarkii* pueden ser encontrados durante todo el año (Penn, 1943; Suko, 1958) y llevan a cabo 11 mudas durante su crecimiento, hasta antes de alcanzar su madurez sexual (Suko, 1953; Black, 1966; Huner y Barr, 1984). Las primeras dos mudas se efectúan cuando aún están adheridos al abdomen de la madre, con un aumento en talla, que puede ser de hasta 6.3mm por muda. El tiempo entre una muda y otra es de 5 a 10 días para los juveniles, mientras que para los adultos es de 2 a 3 veces por año (Huner y Barr, 1984; Reda, 2006). La maduración sexual en los acociles puede darse en un tiempo breve que fluctúa de 8 semanas a casi tres meses, bajo condiciones ideales. Sin embargo, en general toma de 5 a 6 meses en latitudes sureñas y 10-18 meses en latitudes norteñas (Payne, 1978;

Huner y Barr, 1984). La reproducción se puede iniciar cuando una generación tiene cuatro meses y medio de vida (Huner y Barr, 1984; Muller 2007). La longitud total de un acocil se obtiene de medir el cefalotórax y el abdomen, que van desde la parte posterior del rostro hasta el margen del telson (Kato y Miyashita, 2005). Por lo general los adultos de la especie *Procambarus clarkii* tienen una longitud total entre 2.2 a 4.7 pulgadas (5.5 a 11.75 cm) (Campos 2005; Ligas 2008). La tasa de crecimiento mensual es mayor en machos que en hembras debido a los periodos de incubación y cuidado de juveniles (Hazlett and Rittschof, 1985).

Se considera que los acociles son los miembros más grandes y longevos de los crustáceos dulceacuícolas de Norteamérica (Momot *et al.*, 1978). Muchas especies de acociles de latitudes bajas tienen una longevidad más corta, como las especies del género *Procambarus* que viven dos años o menos, mientras que las especies de cambáridos de latitudes altas y ambientes fríos, usualmente viven de 4 a 16 años, además que su madurez es más tardía (Momot, 1984). En un bioensayo de laboratorio, el crecimiento de *P. clarkii* alcanzó tallas de 74.60 mm, talla mucho menor a la observada en las poblaciones naturales de Nuevo León que alcanzan valores de hasta 108 mm (Rodríguez-Almaraz y Compean-Jimenez, 1991). Se ha detectado que en lugares con estrés ambiental en Portugal, los *P. clarkii* presentan rápido crecimiento y menores tallas, también se reportó que los acociles adultos más grandes son abundantes en primavera, verano y principios del Otoño, mientras que los juveniles son más abundantes en Otoño (Anastacio *et al.* 2009). En un estudio realizado en Río Sálica, Italia, se encontró que los ejemplares colectados presentaron tallas de LC de 25.2 a 67.8 mm en machos y de 16.5 a 69.5 mm en hembras (Ligas, 2008). Cano y Ocete (2009) en un estudio realizado en las marismas de Guadalquivir, detectaron

*Longitud Total* promedio en *P. clarkii* entre 70.2 y 86.66 cm. Un estudio realizado con el acocil rojo dio como resultado que esta especie disminuye la tasa de crecimiento relativo y frecuencia de muda cuando son alimentados con hojarasca que crece en ambientes con elevado CO<sub>2</sub>.

## **6.6.- ECOLOGIA**

Dentro de un ecosistema los acociles son los únicos politróficos, es decir que son herbívoros, omnívoros y detritívoros (Huner & Barr 1984). Los patrones de ocupación de los cangrejos y la abundancia en lagos son importantes para la conservación y la gestión de los ecosistemas acuáticos (Larson and Olden 2013), son importantes componente de las comunidades acuáticas de todo el mundo. En muchos cuerpos de agua, representan una parte importante de biomasa de macroinvertebrados y producción (Huryn and Wallace, 1987; Momot, 1995; Rabeni et al., 1995; Haggerty et al., 2002; Haertel-Borer et al., 2005).

### **6.6.1.- Hábitat de *Procambarus clarkii*.**

Esta especie se encuentra en una variedad de tipos de hábitat, incluyendo pantanos estacionales, ciénagas, zanjas, prados húmedos, sistemas cársticos subterráneos, marismas, lagos y arroyos permanentes, campos de arroz, canales de riego y embalses (Base de Datos Mundial sobre Especies 2009; Crandall 2010), evitando zonas con fuerte corriente (McDonald, 1996). Es capaz de tolerar condiciones ambientales desfavorables como pobre calidad de agua, altas temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno y sequía (Base de Datos Global de Especies Invasoras 2009; Crandall 2010) y durante los períodos de sequía o frío, el cangrejo rojo se entierra por la supervivencia. Se ha demostrado que en aguas eutroficadas *P. clarkii* es capaz de sobrevivir acumulando Microsistinas, toxinas

producidas por Cianobacterias, mayormente en su intestino que en su abdomen (Tricarico et al 2008). El acocil rojo pertenece a la comunidad béntica, que incluye aquellas criaturas que viven en asociación cercana con el fondo de cualquier hábitat acuático (Huner y Barr, 1984), son de hábitos nocturnos, y es cuando deambulan para su reproducción y búsqueda de alimento, mientras que durante el día, se ocultan en sus madrigueras o cualquier refugio disponible (Villalobos-Figueroa, 1955; Huner y Barr 1984) Posee diferentes formas de vida, tales como: túneles que perforan bajo la tierra húmeda, bajo piedras con vegetación y también en las raíces de árboles riparios (Villalobos-Figueroa, 1955; Huner, 1976 Hobbs Jr., 1989; Campos y Rodríguez-Almaraz, 1992).

#### **6.6.2.- Hábitos alimenticios**

El comportamiento alimenticio en el acocil rojo, se manifiesta porque es atraído por el alimento animal o artificial mediante el receptores de distancia (telereceptores), posteriormente, agitan las maxilas y maxilípedos vigorosamente para crear corrientes que conducen el alimento hacia los órganos sensoriales en la región anterior del cuerpo, de esta manera lo reconocen físicamente y puede ser consumido (Huner y Barr, 1984). Son politróficos ya que son herbívoros, omnívoros y detritívoros. La mayor parte de su dieta se compone de detritus vegetal, siguen en importancia los materiales vegetales vivos entre ellos macrofitas y algas. Y el alimento animal proviene de comunidades bénticas, epífitas y planctónicas que consisten de nematodos (gusanos redondos), oligoquetos (gusanos de tierra), moluscos (almejas, caracoles) insectos acuáticos, varios crustáceos (anfípodos, copépodos, pulgas de agua, astácidos) y huevos de anfibios (Huner & Barr, 1984; Nyström

2002; Alcorto *et al.* 2004; Pérez-Bote 2004; Halpin 2005; Cruz *et al.* 2006; Crehuel *et al.* 2007).

Crehuet *et al.* 2007 sugieren que las preferencias alimenticias van cambiando con la ontogenia, observándose que los juveniles prefieren alimentos de origen animal y los adultos son principalmente herbívoros.

### **6.6.3.-Depredadores**

Los depredadores invertebrados más comunes de los acociles son los insectos acuáticos, que se alimentan de los acociles recién nacidos, ninfas de libélulas, chinches de agua gigantes y escarabajos gigantes de agua (Huner and Barr, 1984)

Dentro de los depredadores vertebrados están los peces gato, anfibios como la rana toro (*Lithobates catesbeianus*), serpientes acuáticas, aves, lobina negra (*Micropterus salmonoides*), pez sol (*Lepomis gibbosus*), barbo (*Barbus barbus*), carpa (*Cyprinus carpio*), escalo (*Leuciscus cephalus*), carrasco espinoso (*Cottus gobio*), trucha común (*Salmo trutta*), anguila (*Anguilla anguilla*); rata de agua (*Arvicola sapidus*), rata gris (*Rattus norvegicus*), nutris (*Lutra lutra*), entre otros (Huner & Barr, 1984; Boixo-Mondego 1993).

### **6.6.4.- Madrigueras**

Todos los acociles deben vivir en áreas húmedas, pero algunos se pueden adaptar a condiciones temporales de sequía. El acocil rojo está principalmente adaptado a vivir en hábitats que alternan humedad y sequía. Todos los acociles maduros e inmaduros se resguardan en cualquier época del año si el hábitat se seca. Así las madrigueras juegan una parte vital en su ciclo de vida esta adaptación para soportar la sequía es la excavación de madrigueras profundas, que también se utilizan para la reproducción (Bardach *et al.* 1974;

Cano y Ocete, 1994; Correia y Ferreira, 1995). Dependiendo del comportamiento excavador, se les asigna a los acociles una de tres categorías: primaria, secundaria y terciaria

Enmadrigadores primarios. Pasan casi toda su vida viviendo bajo la superficie del suelo; ocasionalmente se mueven para aparearse, alimentarse o por nuevo territorio. Su sistema excavador es bastante complejo y raramente se comunica en aguas abiertas. Los terciarios.- Viven exclusivamente en las madrigueras en épocas de sequía o en invierno, ocasionalmente, pero no necesariamente, las ocupan en épocas de reproducción (Huner & Barr, 1984; Hobbs Jr., 1989) Existe un grado de complejidad en la estructura de este tipo de madriguera, dependiendo si el hábitat es temporal o permanente (Huner, 1990). El acocil rojo *P. clarkii* es enmadrigador terciarios, igualmente, se ha observado a especímenes de esta especie protegiéndose bajo piedras que presentan restos de humedad en el cauce de arroyos o ríos secos, durante los meses más cálidos (Junio-Agosto) en la parte central de Nuevo León (Rodríguez-Almaraz 1993).

Para detectar la presencia y dispersión del acocil en Valle del Cauca, Colombia, se llevó a cabo la inspección de la presencia de madrigueras como indicativo de la presencia de la especie, ya que es un hábito principalmente en épocas de muda y de postura, en donde las madrigueras no superaron los 70 cm de profundidad, lo que facilitó la captura de los ejemplares (Flores-Brand y Espinoza-Beltrán 2014). *Procambarus clarkii*, al igual que otras especies de acociles, ha desarrollado varios índices fisiológicos de adaptaciones para hacer frente a las condiciones de habitar en ambientes con concentraciones bajas de oxígeno como lo son las madrigueras (Bonvillian *et al.* 2012). Se ha demostrado que la especie puede sobrevivir en ambientes anóxicos y con estrés de salinidad y que durante

estos períodos, los niveles de ATP y ADP disminuyen considerablemente, mientras el AMP aumenta y a su vez los osmolitos D y L-alanina aumentan (Fujimori and Abe 2002). De igual manera Bonvillian *et al.*, 2012, sugieren que las elevadas concentraciones de glucosa y lactato en el hemolinfa son respuesta a hipoxia aguda, mientras la diferencia en concentraciones proteicas son resultado de exposiciones hipóxicas crónicas.

### 6.7.- IMPORTANCIA ECONOMICA

El acocil rojo, junto con otras muchas especies de acociles es un importante recurso de alimento para humanos. Es considerada entre las especies de acociles más importantes comercialmente (Huner 1994; Barbaresi and Gherardi 2000). Las características biológicas que posee la especie como son rápido crecimiento somático, ser estrategia *r*, soportar condiciones ambientales de estrés, la hacen exitosa para su cultivo (McClein 2005), siendo uno de los acociles mayormente cultivado en el mundo.

Hasta 2002 casi toda la producción acuícola registrada de esta especie, proviene de Estados Unidos. El nivel de producción de este país es extremadamente variable, dependiendo principalmente de las condiciones climatológicas. Por ejemplo, en el período 1993-2002, alcanzó niveles pico de 26 375 toneladas en 1995 y 27 825 toneladas en 2002 y por el contrario, caídas hasta 7 713 toneladas en 2000 y 13 847 toneladas en 2001. La producción de Estados Unidos volvió a crecer en 2003 hasta las 33 498 toneladas y se mantuvo en ese nivel durante 2004 pero tuvo una caída hasta 16 355 toneladas en 2005. En su pico más alto (2003), el valor de la producción del cangrejo de las marismas de Estados

Unidos fue de 48,6 millones de USD, algo menor al valor de una producción de menor tonelaje del 2002 (50,4 millones de USD). En 2003, las estadísticas de la China presentadas a la FAO, empezaron a registrar una importante producción acuícola de cangrejo de las marismas. De aproximadamente 51 600 toneladas en 2003, se alcanzaron más de 88 000 toneladas en 2005, con un valor superior a 303 millones de USD, llevando a la producción global acuícola de esta especie, en ese año, a casi 105 000 toneladas. Sin embargo, existe controversia relativa a la producción reportada por China, en el sentido de que el total de su producción puede ser que no provenga exclusivamente de la acuicultura. Se espera que este dato se haya precisado cuando se realice la actualización de esta ficha técnica.

Además de Estados Unidos y China, ningún otro país reportó producción acuícola de esta especie en 2005. No obstante, existen granjas en Kenya, Portugal y España y cuatro países (Costa Rica, México, España y Zambia) están presentes en el mapa de distribución geográfica de la acuicultura de esta especie en el mapa de esta ficha técnica ya que ellos habían reportado a la FAO producción de esta especie en años anteriores (FAO 2014). En México se cultiva como especie asociada a otros cultivos en Presa Vicente Guerrero en Tamaulipas (Carta Nacional Pesquera 2014), donde no hay valores de producción.

## **6.8.- EFECTO DE LA INVASION DE ESPECIES**

Las introducciones de especies y sus consecuencias ecológicas han sido foco de atención desde siempre para los científicos. El transporte de especies fuera de su área nativa de distribución es tan antiguo como la propia humanidad, ya que diversos tipos de plantas y animales han ido acompañando a los humanos en sus rutas migratorias.

Al tratar de explicar los patrones de distribución de especies y abundancia, Charles Darwin (1859) se enfrentó con los problemas de las especies no autóctonas (Cadotte 2006). Él los utilizaba como un dispositivo para ilustrar su teoría de los recursos naturales, la selección y la descendencia con modificaciones, pero también fue el primero en notar marcados efectos que estas especies tenían en las comunidades receptoras, observando que el número de especies endémicas se reducían en gran medida (Gherardi, 2007).

En muchas partes del mundo las invasiones realizadas por humanos al introducir las especies no nativas son la primera o segunda amenaza de la biodiversidad y función de los ecosistemas, convirtiéndose así en una fuerza impulsora al cambio a nivel global (Vitousek et al.1997, Mack et al. 2000, Clavero and García-Berthou 2005).

Según Parker et al. (1999), el impacto de una especie invasora se puede medir en cinco niveles de complejidad biológica: (1) efectos sobre los individuos (la historia de vida, morfología, comportamiento), (2) los efectos dinámicos de la población (la abundancia, la crecimiento de la población), (3) los efectos genéticos (incluyendo hibridación),(4) los efectos en la comunidad (riqueza de especies, diversidad, estructura trófica), y (5) los efectos sobre los ecosistemas procesos (disponibilidad de nutrientes, la productividad primaria, etc.) Los efectos menos estudiados son los cambios genéticos que pueden dar lugar a nuevas formas invasivas, inducir la disminución de las especies indígenas a través de la hibridación introgresiva, y eventualmente conducir cambios evolutivos a largo plazo (Cox 2004).

La invasión de especies es considerada la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel mundial (Díaz *et al.*, 2006; Xu *et al.*, 2006; Clavero *et a.l.*, 2009), siendo de igual manera la introducción de especies acuáticas uno de los riesgos ambientales

más críticos a los que actualmente se enfrentan los ecosistemas acuáticos (Hopkins, 2001). Las especies introducidas afectan a las especies nativas por medio de diferentes mecanismos como: hibridación, competencia por alimento y espacio, depredación, transferencia de patógenos, alteración del hábitat de las especies nativas, desplazamiento de especies nativas, alteración de la estructura de los niveles tróficos, cambiando el flujo de energía y ciclo de los nutrientes, así como la introducción de parásitos y enfermedades (Goldburg y Triplett, 1997; Hanfling *et al.*, 2011). Su repercusión va más allá del daño a la biodiversidad, a menudo implican pérdidas económicas cuantiosas y problemas sanitarios severos, por lo que se convierten en una amenaza directa para el bienestar humano (Sakai *et al.*, 2001).

Las introducciones pueden ser de manera no intencional (transporte a través de agua de lastre, transporte de barcos, movimiento activo a través de sistemas de canal) o de manera intencional (acuacultura, carnada, ornamental y control biológico) (Kolar y Lodge, 2002; Bij de Vaate *et al.*, 2002; Gollash, 2006; Gail *et al.* 2007; Galil, 2008; Champion *et al.*, 2010; Panov *et al.*, 2011).

Los crustáceos son de los macroinvertebrados más prolíficos en el medio acuático, tanto en términos de número y diversidad de especies, no suelen causar la preocupación del público a menos que sean grandes y se convierten en invasoras, por ejemplo, el cangrejo real rojo, *Paralithodes camtschaticus*, el cangrejo chino, *Eriocheir sinensis*, en Alemania y el Reino Unido, y el cangrejo rojo, *Procambarus clarkii*, en Lagos africanos.

Los acociles o cangrejos de río, son de los invertebrados más grandes y de más larga vida, en ambientes de agua dulce y templada y a menudo existen en altas densidades,

muchos son los consumidores principales (Nyström et al. 1996), resultan especialmente importantes por su efecto negativo sobre la integridad de los ecosistemas y especies nativas que se alimentan de detritos, macrofitas y algas en las aguas loticos y lenticos (Whitledge & Rabeni, 1997). También constituyen la principal presa de varias especies, entre ellas la nutria (Slater y Rayner, 1993), pez (Blake, 1995), y las aves (Rodríguez et al. 2005). Debido a su capacidad para integrarse en el la red alimentaria en muchos niveles, cangrejos de río son buenos candidatos para la invasión de los sistemas acuáticos (Moyley Luz, 1996).

En México las especies que han sido reportadas como invasoras llegaron principalmente al país por medio del acuarismo, la acuicultura y la pesca (Mendoza-Alfaro et al, 2011). *Procambarus clarkii*, es una de las tres especies de crustáceos decápodos consideradas de alto impacto a la biodiversidad en nuestro país (March-Mifsut and Martínez-Jiménez, 2007).

*Procambarus clarkii*, es un acocil invasor disperso en gran parte del mundo a través de cuerpos de agua loticos y lenticos, convirtiéndose en una amenaza para los ecosistemas (Gherardi 2007). Se ha demostrado que la especie del acocil rojo es capaz de causar graves daños al ambiente una vez establecida (Gherardi *et al.*, 2001; Ilhéu *et al.*, 2002; Sánchez and Angler, 2005). Ya que posee características que le permite su amplio establecimiento como amplia plasticidad en su comportamiento alimenticio cambiando de detritívoro/herbívoro a los hábitos carroñero/herbívoro en respuesta a la disponibilidad de los alimentos (Ilhéu and Bernardo 1993a, 1993b, 1995, Nystrom 2002, Alcorlo et al. 2004; Gherardi and Barbaresi, 2007), tolerancia a amplias condiciones ambientales, pueden

sobrevivir en condiciones anóxicas y secas en madrigueras y tolerar elevada turbidez (Gerardhi 2006 y Ilhéu *et al.*, 2007), son estrategias “r” (Gheraldi 2007).

Esta especie es capaz de alterar significativamente la biomasa y riqueza de especies, así como los recursos tróficos, principalmente, macrofitas sumergidas y macroinvertebrados (Lodge *et al.* 1994, Momot 1995, Charlebois & Lamberti 1996, Nyström *et al.* 1996, Parkyn *et al.* 1997; Gherardi y Acquistapace 2007). De igual manera ha provocado un cambio drástico al disminuir la riqueza de las comunidades y calidad en humedales (Rodríguez *et al.* 2005). Se ha demostrado que es capaz de afectar la turbidez debido a su actividad excavadora, ya que altera la estructura del hábitat circundante y reduce los recursos de alimentos y refugio para muchas otras especies de invertebrados (Carpenter y Lodge, 1986, 1992 Hart, Nyström *et al.*, 1996). (Holdich 2005; Rodríguez *et al.* 2005; Bonivian *et al.* 2010). Estudios realizados en la Península Ibérica e Italia han demostrado que *P. clarkii* es capaz de capturar a los embriones y larvas de nado libre de hasta 13 especies de anfibios (Renai y Gherardi 2004; Cruz y Rebelo 2005). Es capaz de devorar peces en sus primeros estadíos como lo es con la especie *Xyrauchen texanus* (Gordon *et al.* 2006) Se ha demostrado el potencial que tiene *Procambarus clarkii* para dañar los propagulos de carofitas (Sánchez y Angeler, 2006), esta frecuentemente relacionado con la propagación de enfermedades principalmente peste del cangrejo, *Aphanomyces astaci*) principalmente en ambientes europeos (Gherardi *et al.* 2005), ha demostrado una alta plasticidad en sus hábitos alimenticios, el cambio de detritívoro a hábitos herbívoros y carnívoros en respuesta la disponibilidad de alimentos (Hobbs *et al.* 1989). Por ejemplo, la amplitud del nicho y la diversidad trófica se muestra en el contenido intestinal *P. clarkii* en poblaciones de Portugal denota que una amplia variedad de

macroinvertebrados acuáticos es consumida por esta especie y que la composición específica de la presa cambia de acuerdo a su disponibilidad estacional (Correia, 2002).

La introducción de ésta especie así como otras invasoras pueden alterar el flujo de la energía en dos sentidos, es decir, a través de aumentar la conexión por la alimentación en varios niveles tróficos y mediante el aumento de la disponibilidad de carbón autóctono como fuente de alimento para los niveles tróficos superiores (Stenroth y Nyström, 2003). Esto se demostró claramente por Geiger et al. (2005), en pantanos de agua dulce temporales en España, antes de la introducción de *P. clarkii*, las macrofitas y el perifiton fueron los productores primarios dominantes. Sólo una pequeña parte de la energía se transmitía de ellos a los herbívoros, mientras que la mayor parte se perdía en el detritus, que acumuló grandes cantidades de materia orgánica. Los detritívoros, principalmente macroinvertebrados (oligoquetos, quironómidos) y la meiofauna (nematodos, ostrácodos), utilizaba sólo una pequeña fracción del material depositado. Este sistema se caracterizaba por una alta diversidad de herbívoros y consistía en un mínimo de cuatro niveles de los consumidores. Debido al gran número de niveles tróficos y las pérdidas de energía en detritus, la energía transferida a los principales depredadores como aves y mamíferos, fue relativamente baja. Después de la introducción de acociles, gran parte de los detritos se consumió por *P. clarkii* y la energía obtenida se transfirió directamente a depredadores (peces, aves y mamíferos). Esto dio lugar a una disminución en la transferencia de energía a macrofitas, herbívoros y carnívoros primarios, y ofreció una mayor disponibilidad de energía para los depredadores vertebrados. (Geiger *et al.*, 2005).

Otro de los efectos asociados a su actividad de construcción de madrigueras es la es la bioturbación causando el empobrecimiento de la calidad del agua mediante el aumento

de sólidos totales en suspensión y por lo tanto, turbidez dando como resultado la reducción de penetración de la luz y la productividad de las plantas (Sommer y Goldman, 1983; Anastacio y Marques, 1997; Gutiérrez- Yurrita y Montes, 1999; Rodríguez et al. 2003). El cangrejo rojo es una gran amenaza para otros cangrejos de río y para los ecosistemas de agua dulce en general. En un caso anómalo, *P. clarkii* reemplazó *P. acutus* en estanques de cultivo experimentales en Carolina del Sur en menos de 10 años (Eversole *et al.*, 2006) y algo similar ocurrió en México, donde las poblaciones de la especie *Procambarus regiomontanus*, endémica de Nuevo León, se vio disminuida tras la introducción de *Procambarus clarkii* (Montemayor et al., 2010).

Por lo tanto son múltiples los daños que *Procambarus clarkii*, es capaz de causar a los ambientes acuáticos donde es introducida.

## **6.9.- ANALISIS DE RIESGO**

En la actualidad las invasiones biológicas son consideradas la segunda causa de pérdida de biodiversidad y uno de los cinco principales motores de cambio (McNeely, 2001; MEA, 2005). Siendo las acciones de prevención es el método más eficaz para enfrentar el grave problema (Suedel *et al.*, 2007).

A lo largo de la historia, el movimiento y la dispersión de forma natural entre regiones constituye un componente integral dentro de la dinámica poblacional de algunas especies (Ojasti, 2001<sup>a</sup>; Mathews, 2005; Gutiérrez 2010). Sin embargo, estas dinámicas se han visto alteradas por el ser humano, el cual ha tenido un papel importante en la distribución actual de las especies, estableciendo nuevas dinámicas biogeográficas. En general, estos procesos, que se han visto acelerados en los últimos 150 años, están ligados a

la colonización humana de nuevas áreas, el establecimiento de centros urbanos y la búsqueda de su seguridad alimentaria (Ojasti *et al.*, 2001; Mathews, 2005; Gutiérrez, 2010).

El movimiento intencional de especies tiene diferentes motivaciones, tales como producción de alimento, control biológico, especies de ornato, compañía para bioterios y colecciones en zoológicos (Ojasti *et al.* 2001, Wittenberg *et al.* 2001, Gutiérrez 2010). Sin embargo, no todas son consideradas perjudiciales, y pese a que constituyen un importante elemento en las actividades humanas, muchas otras especies introducidas son liberadas o escapan de su cautiverio al medio natural. Y aunque la mayoría de los casos estas especies no sobreviven mucho tiempo, otro porcentaje de estos organismos se establecen con poblaciones auto sostenible en ecosistemas naturales, proliferan y tienen interacciones negativas con especies nativas, por lo que son denominadas especies invasoras (UICN, 1999; Mathews, 2005, McNeely *et al.* 2001).

Las especies introducidas o exóticas invasoras son aquellos organismos que han sido introducidos a un ecosistema fuera de su área de distribución natural y cuyas características le confieren la capacidad de colonizar, invadir y persistir en ambientes específicos y en consecuencia causar daños al ambiente (Mendoza-Alfaro, et al. 2011).

La introducción de especies exóticas ha estado asociada a la extinción en 54% de los casos de la fauna acuática nativa mundial (Harrison y Stiassny, 1999).

Una de las acciones más eficaces para enfrentar el grave problema de la introducción de especies es la prevención (Kolar y Lodge, 2002). Las acciones preventivas son diferentes si se trata de introducciones intencionales o accidentales, pero en ambos casos, se requiere necesariamente, que las rutas o las vías potenciales para las invasiones sean conocidas y que la identificación de las especies invasoras potenciales pueda ser

determinada, ya que gracias a la información generada de las especies es posible conocer a detalle su potencial invasivo, mientras que la identificación de las rutas contribuiría a su regulación.

De las herramientas disponibles para prevenir la introducción de especies, el análisis de riesgo resulta muy eficiente para darle los fundamentos científicos necesarios a los responsables en la toma de decisión de permitir o negar una introducción, ya que permite evaluar la posibilidad de que una especie se convierta en problemática al ser introducida a un nuevo ecosistema, así también éste análisis nos permite determinar las prioridades de acción dirigidas a evitar el establecimiento de agentes invasores o epidemias (Drake, 2005; Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, 2007).

El proceso de evaluación de riesgos permite analizar, identificar y calcular la dimensión, características y tipos de los riesgos derivados de especies invasoras. Este proceso aplica metodologías analíticas, los evaluadores pueden utilizar datos cualitativos y cuantitativos de una manera sistemática y coherente (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2006).

La meta final del proceso consiste en producir evaluaciones de calidad en torno a los riesgos derivados de organismos invasores específicos o bien evaluar los riesgos de organismos exóticos asociados con determinadas rutas (Evaluación de directrices 2011).

Los análisis de riesgo están dirigidos a la **prevención** para impedir el establecimiento de la especie), **erradicación** cuando la presencia de los organismos se detecta de manera oportuna y hay posibilidades de extirpar a todos los individuos, antes de que éstos se dispersen. Y **control y manejo** (cuando la especie ya está establecida en un ecosistema, y es prácticamente imposible eliminarla totalmente, se requieren labores que

controlen artificialmente sus poblaciones) (CONABIO, 2008). El proceso de análisis de riesgo está dividido en: la **evaluación del riesgo**, que estima la posibilidad de que ocurra un evento y la severidad del mismo; y el **manejo del riesgo**, que identifica, evalúa, selecciona e implementa acciones para reducir el riesgo (Andersen *et al.*, 2004).

### **6.9.1.- TIPOS DE ANALISIS DE RIESGO**

Son generalmente clasificados en dos tipos: Cualitativos, pueden incluir elementos cuantitativos pero generalmente se basan en la opinión de expertos. Dicha opinión podrá ser cuantificada gracias a respuestas a las que se asigna una puntuación. Generalmente la gradación se estima como riesgo alto, medio o bajo, aunque en ocasiones estas respuestas se corresponden con un número. .Y Cuantitativos, son descritos como análisis de riesgo probabilísticos, intentan calcular la probabilidad de que un suceso tenga lugar y el coste en términos económicos o medioambientales del impacto resultante. No obstante, la evaluación de estos riesgos contiene numerosas incertidumbres, por lo que el riesgo puede ser muy difícil de cuantificar. Por ello, los análisis de riesgo puramente cuantitativos son raramente llevados a cabo (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2006).

Ejemplos de Análisis de Riesgo, El APRS (Alien Plant Ranking System), es un sistema ejecutable por ordenador para ayudar a los gestores a tomar las difíciles decisiones concernientes a las plantas exóticas invasoras (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2006).

Análisis de Riesgos para aguas de lastre-BWRA Ballast Water Risk Assessment (Organización marítima internacional), El método semi-cuantitativo apunta a minimizar la subjetividad utilizando tantos datos cuantitativos como sea posible, para identificar el riesgo de descargar los tanques de lastre con respecto a los sitios de demostración siguiendo el actual patrón de comercio. Este método provee una herramienta coherente para

identificar qué fuentes de aguas de lastre merecen más esfuerzos de monitoreo y gestión de barcos que otras (Clarke, 2004).

Sistema de Análisis de Riesgos para malezas (WRA)-(Australia), (Weed Risk Assessment System) principal método para calcular el potencial invasor de nuevas plantas. El WRA es un sistema de puntuación basado en un cuestionario compuesto por 49 preguntas que incluyen información de las preferencias climáticas de las plantas, atributos biológicos, métodos de reproducción y dispersión. El WRA utiliza las respuestas a las preguntas para generar un resultado final numérico. El resultado del WRA es aceptar, rechazar o seguir evaluando (aceptar = permitido; rechazar = prohibido; seguir evaluando = prohibido hasta la realización de la siguiente evaluación) (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2006).

Kolar y Lodge (2002), desarrollaron modelos cuantitativos utilizando características de 22 especies de peces introducidas (intencional y no intencional) en los Grandes Lagos en Norteamérica, para predecir el potencial invasor y su impacto. Dieciséis de estas especies fueron predichas para ser capaz de propagarse rápidamente a través de los Grandes Lagos. De ellos, cinco fueron predichas para convertirse en especies dañinas.

El kit FI-ISK Fresh Water Invertebrate Invasiveness Scoring (FI-ISK) ha sido adaptado por *Tricarico et al, 2009*, del original WRA. Evalúa la biogeografía e historia de la especie, la presencia de rasgos no deseables, la biología de las especies y la ecología basada en 49

Preguntas. Gherardi *et al.*, (2011), tras el uso del kit FI-ISK permitió distinguir el potencial invasor y no invasor de especies no nativas de acociles en Italia resultando las especies de *Pacifastacus leniusculus* y *Procambarus clarkii* de alto riesgo con una

puntuación de 36 y 39 puntos respectivamente. *Mendoza- Alfaro et al. (2011)* llevaron a cabo tres análisis de riesgo con la finalidad de evaluar el riesgo de la introducciones de la especie *Cherax quadricarinatus* en México. Dos de tipo genérico, uno mediante el uso de la herramienta FI-SK (*Tricarico, et al 2009*); Y otro mediante la evaluación con base a las guías rápidas de la Comisión de Cooperación del medio ambiente para la evaluación de Riesgo de Invasión por Especies no nativas o exóticas (*CCA, 2009*). Y el tercero fue un análisis con código de incertidumbre. Obteniendo como resultado en los análisis genéricos que es una especie invasora potencial que debe ser rechazada para futuras introducciones, ya que representa un riesgo a nivel ambiental, es capaz de ocasionar impactos negativos, siendo un organismo de preocupación mayor. Para el análisis por códigos de incertidumbre en cuanto a las **vías de introducción**, se estima una probabilidad muy alta que la especie pueda ser introducida por más de una vía. **Potencial de introducción**, refleja una alta probabilidad de que la especie sobreviva en el tránsito y de que sobreviva si es liberado accidental o intencionalmente en el ambiente. **Evidencia de establecimiento**, estima una alta probabilidad de que el organismo colonice exitosamente un área y mantenga una población al ser introducido. Chucholl (2013), realizó un análisis de riesgo para evaluar el potencial de invasividad de 120 especies de acociles en Alemania, con la herramienta FI-ISK, donde las puntuaciones oscilaron entre 2 puntos para *Cambarellus chapalanus* y 33 puntos para *Procambarus clarkii*. Presentando las especies *Cherax*, más bajas puntuaciones FI-ISK que las especies *Procambarus*. De igual manera los resultados obtenidos de las puntuaciones FI-ISK demostraron tener un efecto significativo sobre el estatus de introducción de las especies y también se demostró una relación significativa entre las puntuaciones del FI-ISK y la LT max.

Se realizó un estudio con 37 especies de acociles en Italia, tres de ellas nativas y el resto introducidas para determinar su potencial invasor, a través de la herramienta FI-ISK y así, prevenir las introducciones de las no nativas y ofreciendo una síntesis de los diferentes métodos para su control, en donde de las especies analizadas, *Pacifstacus leniusculus* y *Procambarus clarkii*, resultaron con las puntuaciones más altas, para el FI-ISK, 36 y 39 puntos respectivamente (Gherardi *et al.*, 2011).

## **6.10.- DISTRIBUCION POTECIAL**

### **6.10.1.- Modelado de Nicho ecológico**

En un esfuerzo para predecir la distribución de especies invasoras existentes, se están utilizando cada vez más para la predicción de distribución de las especies (Caphina *et al.*, 2012). Desde la década de los ochentas, los australianos comenzaron con la modelación bioclimática, para estudios entomológicos. Después desarrollaron Bioclim, DOMAIN y posteriormente GARP. Actualmente existen alrededor de 15 métodos para el modelado de nicho. Es un instrumento que nos permite analizar los factores ecológicos asociados a distintas poblaciones de determinada especie y esta información analizada por distintos tipos de algoritmos nos posibilita proyectar a nivel geográfico el área potencial que ocupa la especie. Para Soberon y Nakamura (2009) el propósito del modelado del nicho ecológico es identificar los sitios adecuados para la supervivencia de las poblaciones de una especie por medio de la identificación de sus requerimientos ambientales.

Los estudios de modelaje de nicho ecológico han sido muy utilizados para predecir la intensidad y dirección de dispersión en crustáceos y las áreas de mayor riesgo de invasión (Kolar and Lodge 2002; MacIsaac *et al.* 2004)

Dos de los algoritmos más utilizados para la modelación de nichos ecológicos son el Maxent y GARP ya que han demostrado un buen desempeño y poder de predictibilidad.

### **6.10.2.- ALGORITMO GENÉTICO PARA EL CONJUNTO DE REGLAS DE PREDICCIÓN (GARP)**

Es un software para predecir y analizar la distribución de especies, y es la versión de “escritorio” del algoritmo GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Production, por sus siglas en inglés o algoritmo genético para el conjunto de reglas). Está desarrollado por David Stockwell en Australia (ERIN Unit of Environment) y posteriormente fue mejorado en EU en el “San Diego Supercomputer Center”.

Herborg *et al.*, (2007a) desarrollaron modelajes de nicho ambiental, usando el algoritmo genético para la predicción basado en un conjunto de reglas (GARP) para predecir la distribución potencial de *E. sinensis* en Norte América, éstos modelos predijeron lo más bajo de los Lagos Gran Laurentina, lo más este del borde del Golfo de México y el alcance sur de la cuenca del Río Mississippi y el Pacífico noroeste como ambientes adecuados para el cangrejo *manopla*. De la misma manera (Harbor et al. 2007) aplicaron este método para predecir la distribución potencial de la misma especie en Europa, siendo exitoso con un 84% de ocurrencias en regiones pronosticadas como adecuadas por >80% de los modelos y <4% de ocurrencias en regiones pronosticadas como adecuadas por <50% de los modelos (principalmente a lo largo del rango norteño). También identificando extensas áreas a lo largo de la costa Mediterránea de Europa, vulnerables a invasiones futuras.

### **6.10.3.- MODELADO POR EL MÉTODO DE MÁXIMA ENTROPIA (Maxent).**

Es un programa que modela la distribución geográfica de las especies, utilizando como datos sólo los sitios de presencia y las variables bioclimáticas asociadas a cada uno de los puntos de presencia. Para modelar las distribuciones se basa en el principio de Máxima entropía

Januchowski-Hartley et al (2011) Llevaron a cabo el modelado de nicho ecológico con Maxent, para estimar el ambiente adecuado *oliva hymenachme* en Australia. Myngiang et al, 2008, generaron la distribución geográfica potencial para la especie invasora *Dreissena polymorpha* en USA Continantal, usando tres criterios estadísticos del área bajo la curva: Receiver Operating Characteristic curve (AUC), Pearson Correlation (COR) y Kappa, donde los valores calculados fueron utilizados para interpretar la evaluación de los modelos, seguido por análisis de las variables de mayor contribución. Los resultados mostraron que en términos de los 3 criterios estadísticos, la predicción resultante de los 4 modelos de nicho ecológico fueron de cualquier forma excelentes, en el cual Maxent sobresalió de los otros en 3 aspectos de la predicción de la distribución actual del hábitat, seleccionando los factores de mayor contribución y cuantificando la influencia de las variables ambientales sobre los hábitat. Los factores ambientales de fuerza fueron 4: Distancia del agua, elevación, frecuencia de precipitación y radiación solar. Sugiriendo que éste método puede tener alguna referencia significativa, para el modelaje de hábitat de especies invasoras.

## **7.-MATERIALES Y METODOS**

### **7.1.- Material Biológico de Estudio**

Este trabajo se llevó a cabo con ejemplares de la especie *Procambarus clarkii*, algunos fueron colectados recientemente en diferentes regiones hidrológicas del norte de México (ver tabla de localidades), otros forman parte de las siguientes colecciones: Colección Carcinológica y material donado por el laboratorio de ictiología de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas (UANL- FCB), Colección Nacional de Crustáceos (Instituto de Biología-UNAM), Colección ictiológica de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Colección Carcinológica del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Información otorgada de colectas ictiológicas de Mexicali.

### **7.2.- Descripción del área de estudio.**

Este trabajo se realizó principalmente en el Norte de México, a lo largo de 13 Regiones hidrológicas, que abarcan alrededor de 67 cuerpos de agua. El área se caracteriza por presentar un gradiente orográfico que va de -1 msnm a 1830 msnm, lo que permite una gran variedad de condiciones ambientales (Figura 9).

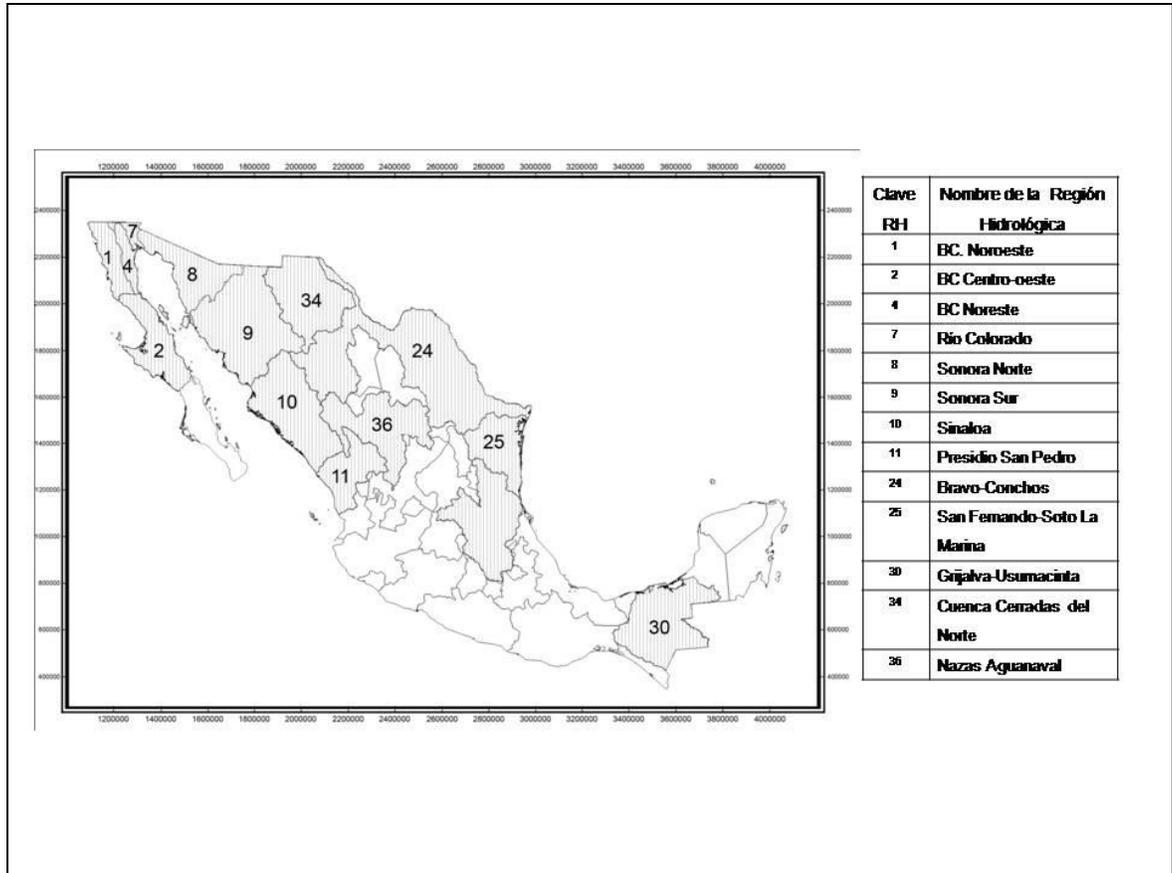


Figura 9. Área de estudio

### 7.2.1 Hidrografía de Baja California

Baja California posee escasos recursos hídricos, y la presencia de sistemas acuáticos continentales, tanto lacustres (lagos) como potamológicos (ríos, arroyos, manantiales, etc.) es limitada, a lo anterior se suma una baja precipitación pluvial, ya que solo en una pequeña porción del territorio estatal ocurren lluvias que en condiciones normales varían de 200 a 300 mm al año, mientras en el resto del Estado las precipitaciones disminuyen significativamente, hasta registrar 50 mm al año. El volumen de agua disponible para la entidad es de 3,250 millones de metros cúbicos ( $\text{mm}^3$ ) anuales, distribuido en las corrientes epicontinentales (ríos y arroyos) y subterráneas que drenan el

territorio estatal. De este volumen, 2,950 mm<sup>3</sup> se concentran en el Valle de Mexicali, de los cuales 1,850 mm<sup>3</sup> provienen de aguas superficiales y 1,100 mm<sup>3</sup> de aguas subterráneas; los 300 mm<sup>3</sup> restantes provienen de los recursos acuíferos subterráneos localizados en el resto del Estado y de los almacenamientos existentes en las presas. La división hidrológica del Estado se conforma de cinco regiones, de las cuales quedan totalmente comprendidas en el Estado la 1 y 4 y sólo parcialmente las regiones 2, 5 y 7. Región Hidrológica 1 "Baja California Noroeste" (Ensenada), Región Hidrológica 2 "Baja California Centro-Oeste" (Vizcaíno), Región Hidrológica 4 "Baja California Noreste" (Laguna Salada), Región Hidrológica 5 "Baja California Centro-Este" (Santa Rosalita), Región Hidrológica 7 "Río Colorado".

### **7.2.2. Hidrografía de Sonora**

Los principales ríos con que cuenta el estado de Sonora son: el río Colorado, río Concepción, el río San Ignacio, el río Sonora, el río Mátape, el río Yaqui y el río Mayo. Asimismo cuenta con importantes embalses como la presa Álvaro Obregón, presa Adolfo Ruiz Cortines, presa Plutarco Elías Calles, presa Abelardo Rodríguez, presa Lázaro Cárdenas entre otras.

### **7.2.3 Hidrografía de Sinaloa**

En la entidad destacan los ríos Fuerte, Sinaloa, Mocorito, Humaya, Tamazula, Culiacán, Elota, Baluarte, Presidio, Quelite y San Lorenzo; sus corrientes son controladas por las presas Miguel Hidalgo, Huites, Josefa Ortiz de Domínguez, Eustaquio Buelna, Adolfo López Mateos, Sanalona y José López Portillo. Dentro del municipio de Sinaloa, las corrientes hidrológicas más importantes del municipio se encuentran el río Sinaloa que es el único que atraviesa el municipio y tiene su nacimiento en Guadalupe y

Calvo, dentro del estado de Chihuahua; penetra al estado de Sinaloa por el extremo nororiental del municipio y sigue su recorrido por la región, cruzando en su parte final el municipio de Guasave, para desembocar finalmente en el Golfo de California.

Litorales: 650 km de extensión, 90% corresponden al Mar de Cortés y el resto al Océano Pacífico; numerosas bahías al norte como Agiabampo, San Esteban, Santa María, Navachiste y Topolobampo; al sur, lagunas costeras y esteros como Lechuguilla, Santa Bárbara, Chametla, Escuinapa; y las islas de Santa María, Lechuguilla, Saliaca, Tachichitle, Altamura, Palmito el Verde, San Ignacio, Macapule, De la Piedra y Palmito de la Virgen.

#### **7.2.4 Hidrografía de Durango**

La hidrografía está representada por las corrientes principales de los ríos Nazas, Aguanaval, Baluarte, Mezquital, Acajoneta, Tepehuanes, Ojo Caliente, Tamazula y otras corrientes secundarias o afluentes de éstos, que forman parte de la vertiente del Pacífico. Presentan en su mayoría drenaje de tipo dendrítico y régimen perenne. Sobre las corrientes principales se ubican los aprovechamientos siguientes: presas Francisco Zarco, Lázaro Cárdenas (El Palmito), Peña de Águila, San Bartoleo y la Guadalupe Victoria, todas ellas para riego y uso piscícola. Dentro del estado existen siete regiones hidrológicas en función de su red hidrográfica y su orografía. La mayoría de los ríos del estado de Durango, aunque nacen dentro del territorio del propio estado, desembocan en el mar o en lagunas o presas localizadas en otras entidades. <http://www.durango.gob.mx/en/hidrografia>.

#### **7.2.5 Hidrografía de Chihuahua**

El estado de Chihuahua se encuentra enclavado en el centro del continente, rodeado de grandes cadenas montañosas, que lo alejan de las costas y las zonas húmedas, por que el

clima es mayormente seco y las lluvias son escasas, lo cual influye notablemente en su hidrografía. Al estar en una situación mediterránea, cruza por su territorio la divisoria continental de las Américas y por ello en su territorio se encuentran ríos tanto de la vertiente del Golfo de México, como de la vertiente del Pacífico. Además existe una tercera vertiente, particular del norte de México, constituida por las cuencas cerradas del desierto denominada vertiente interior.

La Vertiente del Golfo es la principal, drena más de la superficie y a ella pertenecen los dos principales ríos del estado: el Río Bravo del Norte y el Río Conchos, afluente del Bravo y el más caudaloso río del territorio de Chihuahua.

Vertiente del Océano Pacífico, a ésta corresponden las corrientes que nacen en lo alto de la Sierra Madre Occidental y se precipitan hacia el Oeste de la línea divisoria. [chihuahua.gob.mx](http://chihuahua.gob.mx).

Vertiente Interior, es la menor de las tres y está formada por las características particulares de la geografía chihuahuense.

### **7.2.6 Hidrografía de Coahuila**

El Estado alberga las dos Regiones Hidrológicas consideradas las más grandes del Norte del País: Bravo-Conchos y la de los ríos Nazas y Aguanaval. Cuenta con cinco grandes presas: Venustiano Carranza, también conocida como Don Martín, La Amistad, La Fragua, Piedritas y Noche Buena. Las presas Centenario y San Miguel, aunque no son de gran capacidad, son relevantes por ser la fuente de suministro para el Distrito de Riego 006.

También cuenta con importantes corrientes de agua superficial, destacándose el río Bravo, que se localiza al norte y sirve como frontera a lo largo de 2,008 kilómetros entre México y los Estados Unidos. Este río nace en las montañas Rocallosas, cerca del paralelo

N 38° dentro del estado de Colorado; colinda con las cuencas de los Ríos Colorado y Mississippi, y sigue con dirección norte- sur hasta tocar territorio mexicano en ciudad Juárez, Chihuahua, desde donde recorre 2,896 kilómetros hasta su desembocadura en el Golfo de México. Su recorrido en Coahuila es de aproximadamente 740 kilómetros. [conagua.gob.mx/dlcoah](http://conagua.gob.mx/dlcoah).

### **7.2.7 Hidrografía de Nuevo León**

La mayoría de los ríos que atraviesan Nuevo León no tiene corriente permanente, excepto en las partes medias y bajas, y ninguno es navegable. Casi todos nacen en la Sierra Madre Oriental y desembocan en el río Bravo o en los ríos San Fernando y Soto la Marina en Tamaulipas. Dentro de los principales ríos están: El álamo, Magueyes, Salinas, La Negra, Los Monfort, El Salado, Tlahualilo, Las Norias, El Madroño, Doctor González, Hualahuises, Garrapatas, Atongo, Chiquito, Los Nogales, Candela, El Pinole, San Juan, Encadenado, El Blanquillo. Las presas son: El cuchillo, José López Portillo (Cerro Prieto), Rodrigo Gómez (La Boca), Agualeguas, Sombreretillo, el Provenir, Loma larga, Salinillas y el Negro. En el estado de Nuevo León quedan inscritas partes de las siguientes regiones hidrológicas: Río Bravo, que corresponde a la porción centro-norte; San Fernando-Soto La Marina, en la parte este y sureste; y El Salado, en la porción sur-suroeste del estado. [http://www.nl.gob.mx/?P=nl\\_orografia\\_hidrografia](http://www.nl.gob.mx/?P=nl_orografia_hidrografia).

### **7.2.8.- Hidrografía de Tamaulipas**

Las Corrientes acuíferas que descienden de las serranías tamaulipecas y corren a lo largo del Estado, tienen su origen en las altas cuencas nutridas fundamentalmente por las lluvias; las aguas describen un curso moderado al bajar entre valles y montañas, al atravesar

por la llanura costera del Golfo de México, el flujo de su curso inferior es lento y tranquilo. El crecimiento de los caudales en estos afluentes se debe a la influencia de los ciclones que eventualmente transitan por el Golfo dando lugar a intensos aguaceros (la entidad se ubica en una región ciclónica). La hidrografía estatal cuenta con aspectos sobresalientes tanto por el considerable caudal y número de sus ríos y arroyos como por la riqueza de sus cuencas.

Destacan 4 grandes ríos que corren de poniente a oriente hacia el Golfo de México, formando cuencas a las que corresponden las regiones de mayor producción agropecuaria. Los ríos son el Bravo, Conchos, Purificación y Guayalejo. Sobre el Río Bravo (río Grande) y uno de sus afluentes, el San Juan, se encuentran las presas Falcón y la Marte R. Gómez respectivamente.

### **7.2.9 Hidrografía de Chiapas**

Organismo de Cuenca Frontera Sur (región XI), con sede en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, tiene como circunscripción 4 estados del Sureste de la República Mexicana, los cuales son; Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Campeche. De los cuales le corresponde a este Organismo de Cuenca la atención de 132 municipios dentro de las regiones hidrológicas; Costa de Chiapas (23) y Grijalva - Usumacinta (Alto Grijalva (30-A), Bajo Grijalva (30-B) y Usumacinta (30-C)). El Organismo de Cuenca Frontera Sur cuenta con una superficie de 103,480 km<sup>2</sup>, lo que representa un 5% del territorio nacional. El área de influencia del Organismo de Cuenca está distribuida de la siguiente manera: 73% correspondiente al estado de Chiapas, 24% correspondiente al estado de Tabasco, 2% correspondiente al estado de Oaxaca, 1% correspondiente al estado de Campeche.

El Organismo de Cuenca Frontera Sur, tiene una disponibilidad del recurso hidráulico de 164 km<sup>3</sup> (28,400 m<sup>3</sup>/ habitante / año), de los cuales solo 2 km<sup>3</sup> son aprovechados. Comparando la disponibilidad nacional (480 km<sup>3</sup>), con la que se encuentra en la Región XI, se puede decir que esta Región posee una alta disponibilidad del recurso, ya que esta es igual al 30 % de la disponibilidad nacional. [www.conagua.gob.mx/OCFS](http://www.conagua.gob.mx/OCFS).

#### **7.2.10.- Hidrografía de Texas**

Unos 3.700 ríos y 15 sistemas fluviales, con un total de 307.385 kilómetros riegan Texas. La mayoría de los ríos tiene orientación Noroeste-Sureste. Todos los ríos del estado desembocan en el Golfo de México, bien directamente o a través de otros ríos. De los 10 ríos más largos cuatro son afluentes (el río Pecos desemboca en el río Grande; el río Rojo en el río Mississippi; y los ríos Sabine y Neches desaguan en el lago Sabine, que conecta con el golfo de México por el Paso Sabine). El río Canadian es un afluente de un afluente, dado que desemboca en el río de Arkansas, a su vez afluente del Mississippi.

### **7.3 RIOS Y LOCALIDADES ANALIZADOS**

Se registraron 270 puntos de colecta para la especie *Procambarus clarkii* . Ver Anexo 1.

#### **7.4.- TRABAJO EN CAMPO.**

Se realizaron recolecciones diurnas y/o nocturnas para obtener ejemplares de la especie *Procambarus clarkii*.

La captura de los ejemplares (machos, hembras y juveniles) fue realizado de manera manual y con redes tipo cuchara en diferentes regiones hidrológicas del norte de México.

Todos los ejemplares recolectados fueron fijados en frascos de vidrio con alcohol etílico al 70 y 95% y etiquetados con los siguientes datos de campo: nombre localidad o sitio, fecha de captura, colector, tipo de hábitat y coordenadas geográficas.

Y cuando fue posible se tomaron algunos datos fisicoquímicos como temperatura, potencial de Hidrógeno (pH), concentración de oxígeno, salinidad y altitud.

### 7.5.- VISITA A DIFERENTES COLECCIONES DE MEXICO

Gran parte del material utilizado durante esta investigación fue obtenido de revisiones realizadas en diferentes colecciones del nuestro país. (Tabla 1)

Tabla 1.- Colecciones donde se revisaron ejemplares de la especie *Procambarus clarkii*.

Nombre de la colección	Ubicación	Personal responsable
Colección Nacional de crustáceos Instituto de Biología, UNAM	México, D.F. Coyoacán Apartado Postal 70-153 CP 04510	Dr. José Luis Villalobos. Dr. Fernando Álvarez Noguera.
Colección Ictiológica Facultad de Ciencias, UABC	Km. 103 Carretera Tijuana – Ensenada, Ensenada, B.C C.P22860	Dr. Gorgonio Ruíz
Colección Carcinológica. Centro de Investigaciones del Noroeste (CIBNOR).	Km. 103 Carretera Tijuana – Ensenada, Ensenada, B.C	Dr. Gorgonio Ruíz
Colección Carcinológica. Facultad De Ciencias Biológicas (UANL).	Av. Pedro de Alba s/n, Unidad A. A.P. 105-F, Ciudad Universitaria 66450 San Nicolás de los Garza, Nuevo León	Dr. Gabino A. Rodríguez Almaráz

## 7.6.- TRABAJO DE LABORATORIO

### 7.6.1.- Trabajo Taxonómico

En el laboratorio de la Facultad de Ciencias Biológicas, así como en cada una de las colecciones visitadas se revisaron morfológicamente los organismos. Los especímenes fueron identificados de acuerdo a las claves “Crayfishes (Astacidae) of North and Middle America” Hobbs Jr. 1976. En las cuales se tomaron las características distintivas de la especie: 1) Proceso cefálico del primer pleópodo lobiforme con o sin ángulo sobre el margen caudal. 2) Areola más de 12 veces más larga que ancha. 3) Margen caudal del proceso cefálico del primer pleópodo con ángulo distinto. Para identificar al ejemplar como *Procambarus (S.) clarkii* (Girard, 1852). Figura 10.

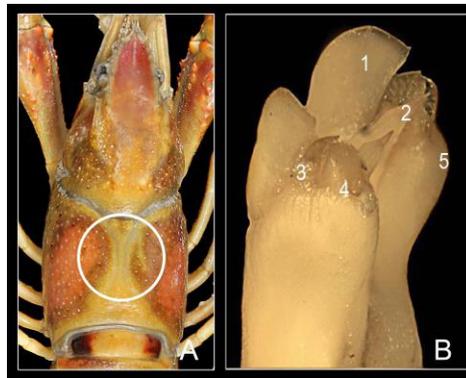


Figura 10. A) Vista Dorsal de *P. clarkii* y ubicación de la areola. B) Primer par de pleópodos; 1 Proceso cefálico; 2 proceso mesial; 3 Proceso triangular; 4 cresta elíptica; 5.

Posteriormente se procedió a ser la separación por sexo (Machos FI, Machos FII y Hembras).

Así también se analizaron los datos geográficos para elaborar los mapas de distribución actual y potencial de *Procambarus clarkii*. Y realizar análisis de riesgo.

### **7.6.2.- Análisis de la Distribución Geográfica**

Para el análisis de la distribución geográfica, se tomaron datos geográficos, es decir coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) de cada uno de los lugares donde se realizaron recolectas, con un GPS marca Garmin. Y de las visitas a colecciones se tomaron los datos de la etiqueta de los frascos que contenían los ejemplares. Una vez que tuvimos las localidades de colecta con datos geográficos, se elaboró una base de datos en Excel, en donde los grados, minutos y segundos fueron transformados a grados decimales a través de la siguiente fórmula:

Grados decimales = grados (.) + (min/60) + (seg/3600). Las coordenadas se tienen que referir con un signo positivo o negativo dependiendo de la región del mundo. Para la longitud, la convención es poner un signo negativo a los puntos al oeste del meridiano de Greenwich y positivos los que están al este. Asimismo para la latitud todos los puntos al norte del ecuador geográfico se asignan con un valor positivo y todos al sur con un valor negativo.

Posterior a la transformación de grados decimales, se llevó a cabo, para este análisis, la transformación en unidades Cónicas Conforme Lambert (CCL) utilizando el programa de transformación TRANINV que se encuentra gratuitamente en la página de INEGI: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx). La ubicación geográfica permitió ubicar los sitios de colecta

especialmente y posteriormente relacionarlos con los datos medioambientales, ecológicos o geológicos.

Las proyecciones cartográficas fueron realizadas en unidades CCL-ITRF92 y Datum de referencia WGS84. Los datos fueron procesados en base a SIG usando el programa ArcView 3.2

Los shapefiles como: división política, regiones hidrológicas y ríos fueron obtenidos en unidades cónicas conforme Lambert ITRF92 a escala 1:1000000 [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx), [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx), [www.cna.gob.mx](http://www.cna.gob.mx).

### **7.6.3.- Mapa de Distribución Potencial mediante el Algoritmo genético para la predicción del conjunto de reglas (GARP).**

El programa trata, de forma interactiva, de encontrar las correlaciones entre las presencias y ausencias de la especie con los parámetros ambientales, utilizando una serie de reglas diferentes.

Actualmente hay 4 tipos de reglas implementadas:

1. Envoltura bioclimática (envelope). Límites superiores o inferiores para cada variable ambiental.
2. Negación de la envoltura bioclimática
3. Atómica. Valores específicos o categorías para cada variable
4. Regresión logística (logit).

Las reglas son desarrolladas usando un algoritmo genético, el cual refina la solución en una manera “evolutiva” probando y seleccionando reglas en subconjuntos aleatorios de

los datos disponibles. Es implementada para manejar datos de sólo presencia, seleccionando localidades de pseudoausencias de manera aleatoria del área de estudio. Además utiliza localidades de entrenamiento. GARP utiliza una gama de modelos para modelar los límites de las potenciales relaciones entre los datos. Estos modelos tienen las citadas reglas, que son diferentes en tipo para cada modelo, pero que son evaluadas de la misma forma por el programa en cuanto a significancia estadística y precisión predictiva. GARP selecciona automáticamente diferentes reglas para las predicciones en cada celda (pixel), basado en el estimado de precisión de predictividad de cada regla.

Las reglas son desarrolladas por un proceso de refinamiento que se incrementa gradualmente por el algoritmo genético. Cada iteración se conoce como una generación, en el cual el conjunto de reglas son probadas, reproducidas y mutadas.

En terminología de algoritmos genéticos, cada regla es miembro de una población e implementa un método diferente para construir los modelos de predicción de una especie. Pero en general tenemos que la composición de una población cambia con cada generación  $t$ , y los miembros de la población  $P(t+1)$  son escogidos de la población  $P(t)$  de manera aleatoria por un proceso de selección. El procedimiento asegura que el número esperado de veces que una estructura es escogida es proporcional al rendimiento de la estructura, relativo al resto de la población.

Para este análisis se reunieron datos georreferenciados de lugares que forman parte de rango nativo del acocil a través de consultas bibliográficas o acceso a bases de datos de distribución natural, con el fin de modelar el nicho ecológico en base a las condiciones ambientales de su rango nativo.

Los registros se recopilaron y se eliminaron los duplicados, guardándose como archivo delimitado por coma (.csv). Para el método de modelización del nicho ecológico se utilizó el software GARP v.1.1.6. (Stockwell & Peters, 1999). Desktop (<http://www.nhm.ku.edu/desktopgarp/index.html>).

Para la generación del modelo de distribución con GARP se dividieron los registros en una relación 80/20 para el entrenamiento del algoritmo y la validación del modelo respectivamente.

Para optimizar la capacidad predictiva de GARP se generaron 100 modelos para la especie, considerando como parámetro de salida la selección de los cinco mejores modelos, de acuerdo al protocolo de Anderson et al, (2003).

Se utilizaron 19 variables climáticas (Tabla 3) que fueron obtenidas a partir de la base de datos de WorldClim (<http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>), a demás de 4 variables topográficas obtenidas de proyecto:

Hidro1k (<http://eros.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/namerica.html>).

GARP utiliza como entrada un conjunto de localidades en archivos con coordenadas decimales en formato delimitado por comas, en hoja de cálculo de Excel o SHP (Shapefiles) de ArcView , donde se sabe que la especie está presente y un grupo de coberturas geográficas que representan los parámetros ambientales (que pueden limitar la capacidad de supervivencia de la especie) que pueden ser las capas de WorldClim que se transforman en formato RAW por medio de la extensión Garp Dataset cargada previamente en ArcView.

Tabla 2. Variables climáticas utilizadas para mapa de predicción

<b>Tipo</b>	<b>Clave</b>	<b>Descripción</b>
Climática	Biol 1	Temperatura anual.
	Biol 3	Isotermalidad.
	Biol 4	Estacionalidad de la temperatura.
	Biol 6	Temperatura mínima del mes más frío.
	Biol 9	Temperatura media del trimestre más seco.
	Biol 10	Temperatura media del trimestre más caliente.
	Biol 11	Temperatura media del trimestre más frío.
	Biol 13	Precipitación del mes más caliente.
	Biol 14	Precipitación del mes más seco.
	Biol 17	Precipitación del trimestre más seco.
Topográfica	Flowdir	Dirección de flujo.
	Aspect	Aspecto topográfico.
	Flowacc	Acumulación del flujo.

---

---

#### **7.6.4.- Mapa de Distribución potencial mediante el método Máxima entropía (Maxent).**

Se tomaron como base en un total de 23 registros espacialmente únicos, de presencia de la especie *Procambarus clarkii*.

Para el modelaje de la predicción de distribución se trabajó con 14 variables bioclimáticas (ver tabla....), en formato ASCII asociadas a cada uno de los puntos de presencia de la especie, que se obtuvieron de la página WorldClim (<http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>), a demás de 4 variables topográficas obtenidas de proyecto Hydro 1k (<http://eros.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/namerica.html>).

Las coordenadas geográficas fueron transformadas a grados decimales tras la siguiente fórmula: Grados decimales = grados (.) + (min/60) + (seg/3600), guardados en archivo CSV, disponible en Excel.

Se utilizó el software Maxent v.3.3.3e (Philips et al., 2006), disponible en <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>.

La parametrización seleccionada para la aplicación de este algoritmo se definió con un total 500 iteraciones, el ajuste del modelo se consideró en 1, finalmente el límite de convergencia se definió un valor de (0.00001).

### 7.6.5.-EVALUACION DE RIESGO DE *Procambarus clarkii*

Los análisis de riesgo se centran en cuatro principios básicos: Prevención, Detección temprana, erradicación y control (Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, 2007).Panov *et al*; 2009).

La evaluación del riesgo llevada a cabo para la especie *Procambarus clarkii*, requirió una evaluación, pero que no necesariamente estuviera vinculada con una de las rutas de introducción, se procedió directamente a poner en práctica la evaluación de riesgo de los organismos, tomando en cuenta la Figura 11.

R.E. Mendoza-Alfaro, P. Koleff-Osorio, C. Ramírez-Martínez, P. Álvarez-Torres, M. Arroyo-Damián, C. Escalera-Gallardo y A. Orbe-Mendoza.



Figura 11. Principios básicos del análisis de riesgo.

Para el análisis de riesgo se utilizó el paquete computacional FI-ISK\_v1. El cual es útil para especies acuáticas introducidas.

Se tomaron como base una serie de cuestionamientos biológicos, ecológicos, de domesticación, climáticos, de distribución e historia de invasión de la especie.

En el programa se procedió a contestar 49 cuestionamientos en base a los criterios anteriormente mencionados.

Cada pregunta fue evaluada por el programa en una escala de -1 a +1, para producir una puntuación numérica, correlacionando lo positivo con lo negativo.

Este análisis incluye grados de certidumbre para cada respuesta, con lo que se ponderó el valor de éstas.

A cada puntuación se le asignó una categoría, y al realizar la evaluación final, se indicó el sector económico identificado como el posible más afectado.

El total de la puntuación, fue comparado contra un grupo de valores críticos que determinaron si la especie poseía un riesgo alto ( $\geq 16$ ), medio (1-15) bajo ( $<0$ ) de convertirse en invasora.

#### **7.6.6.- Análisis Morfológico**

Todo el material recolectado recientemente, así como el presente en las diferentes colecciones fue separado por sexos (machos FI, machos FII, hembras) y por regiones hidrológicas donde fue recolectado.

A cada ejemplar se le midieron 16 variables morfológicas (ver tabla 4).

El proceso de medición fue hecho con un vernier de la marca (Surtek) calibrado en 0.00. Se llevó a cabo una base de datos en Excel, en donde se especificó para cada ejemplar analizado Región hidrológica, lugar de colecta, Sexo y resultados las mediciones obtenidas de cada una de las 16 variables.

Posteriormente se realizó el análisis estadístico.

Tabla 3. Variables morfométricas analizadas.

Número	Abreviatura (mm)	Nombre (mm)
1	LT	LONGITUD TOTAL
2	LC	LONGITUD DEL CEFALOTORAX
3	ALC	ALTURA DEL CEFALOTORAX
4	ANC	ANCHURA DEL CEFALOTORAX
5	LBR	LONGITUD BASE DEL ROSTRO
6	ANR	ANCHURA DEL ROSTRO
7	LA	LONGITUD DE LA AREOLA
8	AA	ANCHURA DE LA AREOLA
9	LPO	LONGITUD POSTORBITAL
10	LAB	LONGITUD DEL ABDOMEN
11	AAB	ANCHURA DEL ABDOMEN
12	LQ	LONGITUD DE LA QUELA
13	LD	LONGITUD DEL DACTILO
14	LP	LONGITUD DE LA PALMA
15	ANP	ANCHURA DE LA PALMA
16	ALP	ALTURA DE LA PALMA

#### 7.6.6.1.- ANALISIS ESTADISTICO MORFOMETRICO

La normalidad de las variables fue determinada con una prueba no Paramétrica de Kolmogorov-Smirnov.

En cada una de las variables morfométricas (16) se obtuvieron las estadísticas descriptivas de la especie (Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos), utilizando el programa SPSS versión 17.

Para conocer si hay diferencia significativa en los valores promedios de las variables morfométricas entre las Regiones hidrológicas de cada sexo, fue utilizado el

ANOVA unifactorial y la prueba de Duncan para la comparación múltiple de medias, todas estas pruebas fue utilizando el programa estadístico SPSS versión 17.

Todo el material recolectado recientemente, así como el presente en las diferentes colecciones fue separado por sexos (machos FI, machos FII, hembras) y por Región hidrológica.

#### 7.6.6.2.- Crecimiento Alométrico

Para cada grupo sexual (hembras, machos FI y FII) fue utilizado el modelo de regresión potencial  $Y = aX^b$  para determinar el tipo de crecimiento relativo o potencial de los datos biométricos.

El análisis del crecimiento alométrico fue hecho de acuerdo a la tabla 4.

Tabla 4. Relaciones alométricas analizadas en *Procambarus clarkii*

<b>Relación</b>	<b>Variable Dependiente (Y)</b>	<b>Variable Independiente (X)</b>
LC vs LT	LC	LT
LAB vs LT	LAB	LT
AAB vs LT	AAB	LT
LQ vs LT	LQ	LT
LPO vs LC	LPO	LC
LD vs LQ	LD	LQ

Este análisis estadístico nos permite asociar entre dos variables y determinar el tipo de crecimiento entre ambas variables Alométrico (+/-) o Isométrico. El término alométrico se

refiere a que una variable morfométrica se incrementa más o menos rápido con respecto a una variable de referencia. Por lo tanto, tendríamos un crecimiento alométrico (+/-) o isométrico (Zar, 1996). La isometría corresponde a valores del coeficiente de regresión (b) igual a 1 o 3, si corresponden a una relación de variables, respectivamente. La alometría negativa o positiva se representa cuando  $b < 1$  o  $3$  o  $b > 1$  o  $3$ , respectivamente. El primer paso fue determinar la significancia de la regresión, probando las siguientes hipótesis mediante un ANOVA y una prueba de  $F$ :

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_a: \beta \neq 0$$

La decisión estadística fue:

Si  $F$  calculada es mayor que la  $F$  tabulada  $[0.05 (1), v_1, v_2]$  donde  $v_1$  y  $v_2$  son los grados de libertad (GL) de la regresión (=1) y residual (n-2) se rechaza  $H_0$ .

Para determinar el tipo de crecimiento de cada regresión se utilizó una prueba de “t” de “Student” para probar las siguientes hipótesis:

$$H_0: b = 1 \text{ o } (3) \text{ Isometría}$$

$$H_a: b \neq 1 \text{ o } (3) \text{ Alometría negativa o positiva}$$

Para calcular “t” se utilizó la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\text{Parámetro estimado} - (\text{Valor hipotético de } b)}{\text{Error típico del parámetro estimado}}$$

Donde:

Donde:

Si  $t$  calculada es mayor que la  $t$  tabulada  $0.05 (2), n-2$ , se rechaza  $H_0$ .

Estas pruebas fueron hechas en el programa estadístico SPSS versión 17.

### **7.6.6.3- Análisis Multivariado Discriminante**

Se realizó un análisis Multivariado Discriminante, para determinar que variables difieren significativamente entre los organismos de las diferentes Regiones Hidrológicas del Norte de México.

Se realizaron mediciones morfológicas de 16 variables en 644 individuos adultos (Machos FI, Machos FII y Hembras).

Se maneja por separado la base de datos por sexos.

En cada análisis por sexo, como variable dependiente se utilizaron las mediciones morfométricas y como variables independientes las Regiones hidrológicas.

## **8.- RESULTADOS**

### **8.1. Distribución actual de *Procambarus clarkii* en el Norte de México.**

Esta especie se encuentra distribuida en 12 Regiones Hidrológicas (RH) en el Norte de México: RH1-BC Noroeste, RH2-BC Centro oeste, RH4-BC Noreste, RH7-Río Colorado, RH8-Sonora Norte, RH9-Sonora sur, RH10-Sinaloa, RH11 Presidio San Pedro, RH24 Bravo Conchos, RH25-San Fernando Soto La Marina, RH34-Cuencas Cerradas del Norte, RH36 Nazas aguanaval y al sur del país con la RH30 Grijalva-Usumacinta (Figura 12).

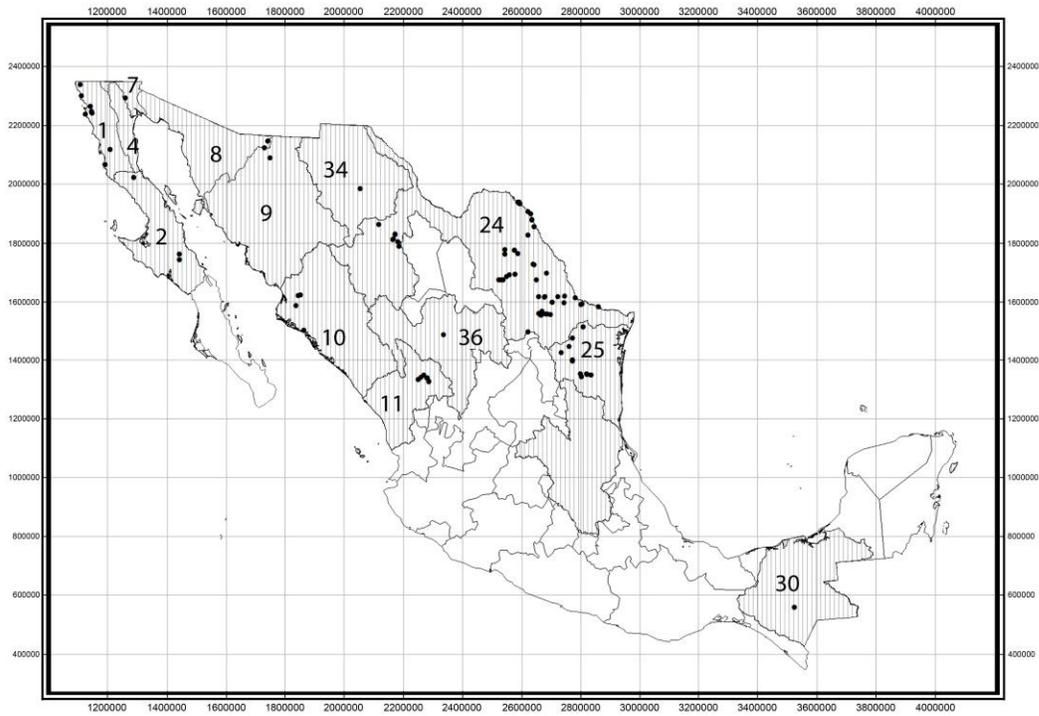


Figura 12. Mapa de Distribución Actual de *Procambarus clarkii* en el Norte de México y en Chiapas.

Su distribución abarca ambientes lénticos y algunos lóticos en 8 presas, 71 ríos y algunos canales subyacentes (Figura 13, 14 y 15) (Tabla 6). Los cuales se caracterizan por presentar en su mayoría poblaciones establecidas.

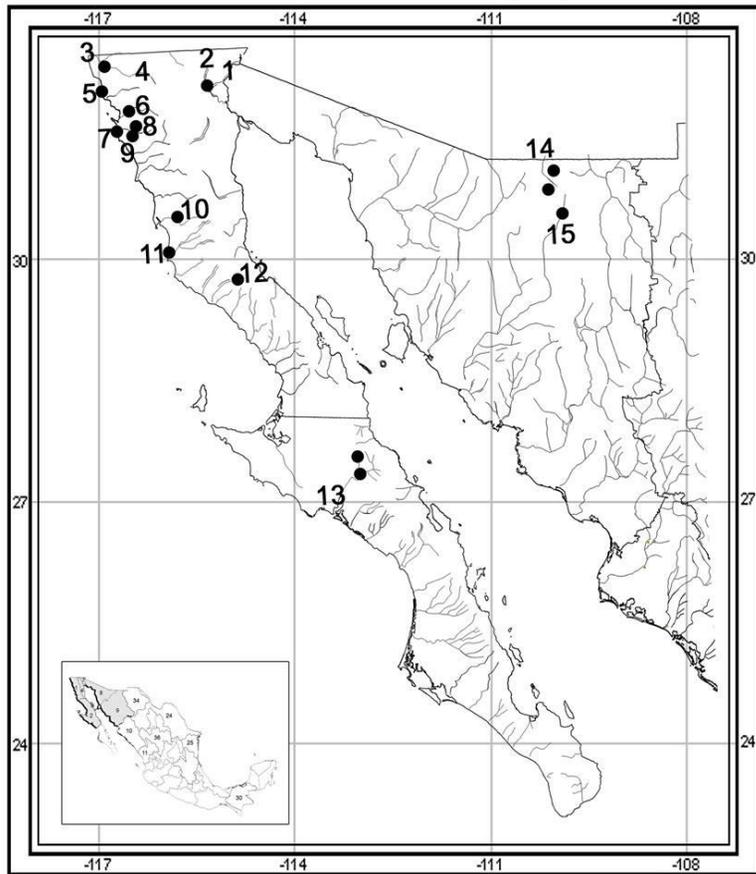


Figura 13. Distribución de *Procambarus clarkii* en ríos de los estados de Baja California, Baja California Sur y Sonora.

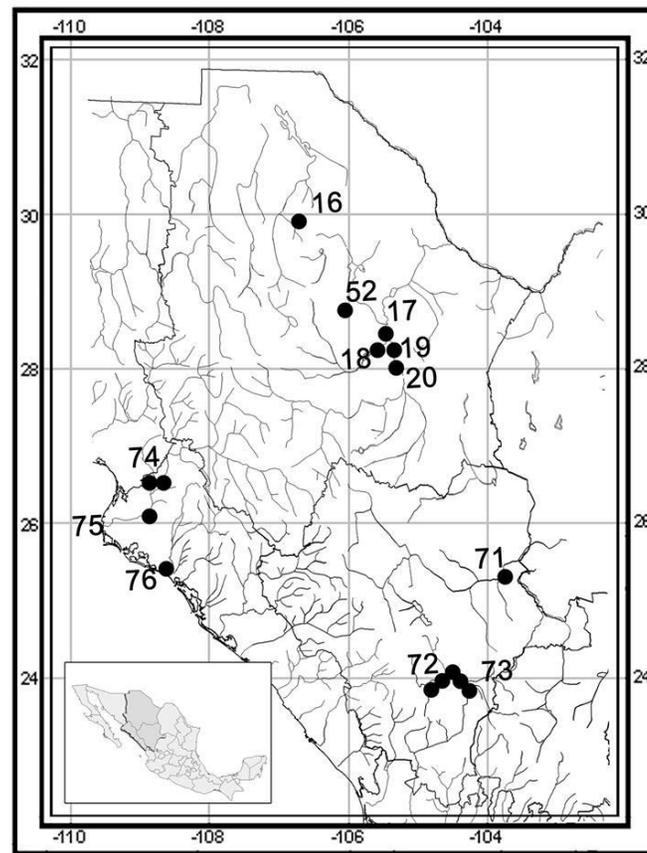


Figura 14. Distribución de *Procambarus clarkii* en ríos de Chihuahua, Durango y Sinaloa.

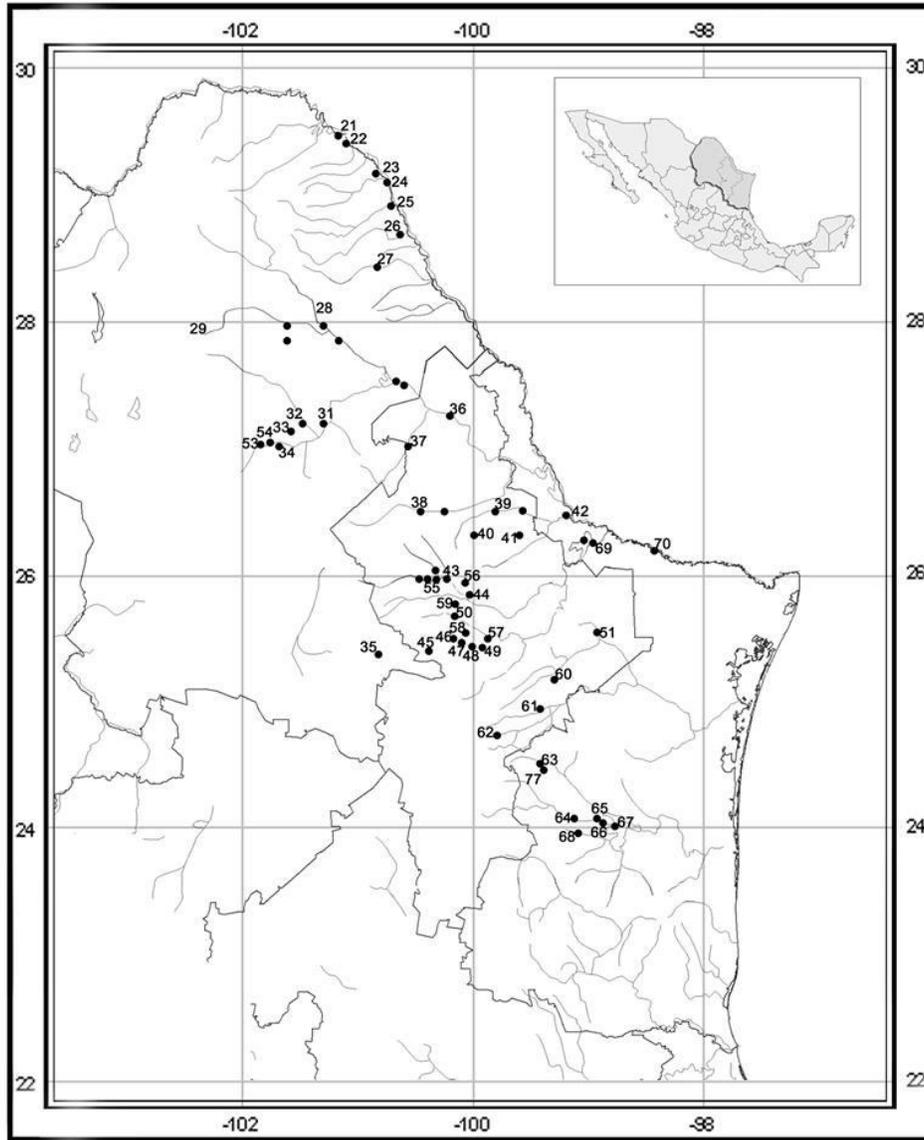


Figura 15. Distribución de *Procambarus clarkii* en ríos de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

### 8.1.1.- RIOS Y REGIONES HIDROLOGICAS DE MÉXICO DONDE SE ENCUENTRA *Procambarus clarkii*

Tabla 5. Ríos y Regiones Hidrológicas en México donde se encuentra *P. clarkii*

1	Río Colorado			28	Río Álamos	55	Río Pesquerías
2	Río Hardy			29	Río Sabinas	56	Río Cienega de Flores
3	Río Abelardo Rdz.			30	Presa Venustiano Carranza	57	Ojo de Agua de Apodaca
4	Río Tijuana			31	Río Salado	58	Charco Azul
5	Arroyo la Misión			32	Canal Riego Salado Bucarelli	59	Presa La Juventud
6	Río San Carlos			33	Canal Riego Santa Gertrudis	60	Canal de riego La Carlota
7	Río Santo Tomas			34	Canal de Riego San Isidro	61	Río Hualahuises
8	Ojo de Agua Caliente			35	Los Chorros, Sierra Zap	62	Cerro Prieto
9	Estanque Santa Gertrudis			36	Río Salado, Anáhuac	63	Río Pilon
10	Los Agujes			37	Ojo de Agua, Lampazos	64	Canal de Riego El Carmen
11	Río El Rosario			38	Río Sabinas	65	Canal de Riego 5 de Mayo
12	Río Cataviña			39	Río Álamo	66	Río Purificación
13	Río El Sauz			40	Presa Mariano Escobedo	67	Presa Vicente Guerrero
14	Arroyo El Sauz, Río Gila			41	Presa Agualeguas	68	Río Corona
15	Río Sonora			42	Río Sosa	69	Presa Marte R. Gómez
16	Río Las Varas			43	Río Salinas	70	Canal Azanduz

---

---

17	Río San Pedro			44	Río Dr. González	71	Río Nazas
18	Canal Secundario			45	Río La Silla	72	Río Mezquital
19	Río Conchos			46	La Chueca	73	Río Santiago
20	El Saucillo			47	Presa La Boca	74	Río El Fuerte
21	Presa La Amistad			48	Río Lazarillos	75	Rancho Armenta
22	Manantial Maris			49	Río Atongo	76	Río Sinaloa
23	Río Jiménez			50	Río Santa Catarina	77	Estación Garza Valdez
24	Río San Diego			51	Río Pilon	78	Río San Juan
25	Río El Moral			52		79	Río Teopisca
26	Río Escondido			53	Río Mezquites		
27	Arroyo Texas			54	Mojarral-Este		

### 8.1.2.-Presencia de *Procambarus clarkii* en Áreas de Conservación a la Biodiversidad

La distribución actual de *Procambarus clarkii* incluye su presencia como introducido en diversas áreas de conservación a la biodiversidad como en la Región Hidrológica Bravo Conchos, la especie se encuentra en el Área de Protección de los Recursos Naturales (APRN) “La encantada” en lo que corresponde al Río Álamos; en el APRN “Cuatrociénegas” sobre el río Mezquites y poza Mojarra Este; en el APRN “Sierra de Zapaliámé” en lo que corresponde al río Los Chorros; en el Parque Nacional “Cumbres de Monterrey” en lo correspondiente al río La Estanzuela (figura 17).

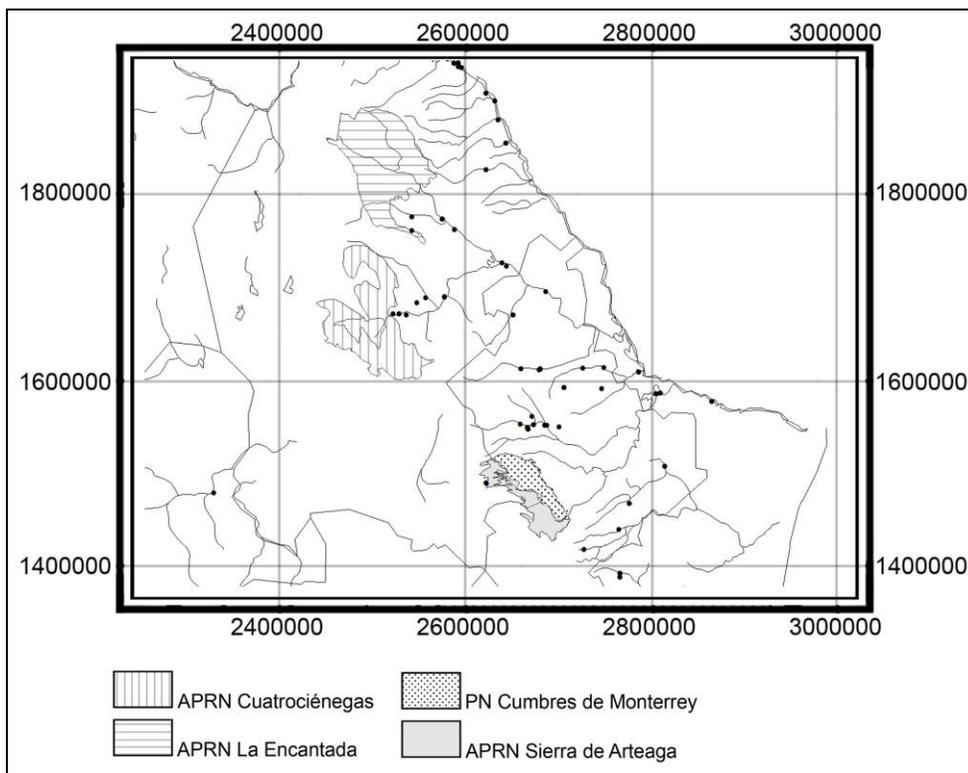


Figura 17.- Presencia de *Procambarus clarkii* en Áreas de Protección a la Biodiversidad en Coahuila y Nuevo León.

De igual manera la especie se encuentra como introducida en la Región Hidrológica Baja California Cetro-Oeste, en el Área de Protección Flora y Fauna (APFyF) Valle de los Cirios, en lo que corresponde al Río Cataviña y en la Reserva de la Biosfers “El Vizcaíno”, en lo correspondiente al Río San Ignacio (Figura 18)

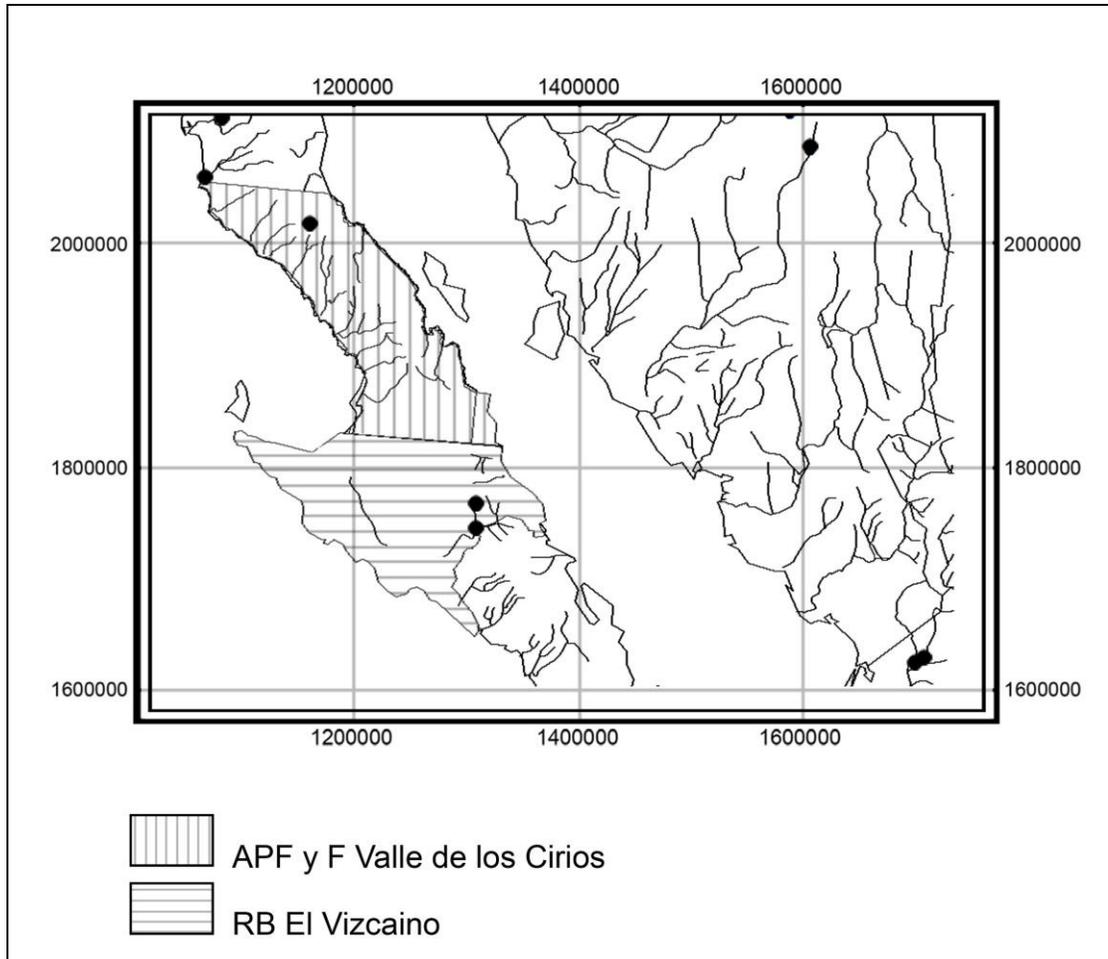


Figura 17. Distribución de *Procambarus clarkii* en las Áreas de conservación: APFyF Valle de los Cirios y RB El Vizcaíno. Baja California y Baja California Sur.

## **8.2.- Distribución potencial de *Procambarus clarkii* mediante los algoritmos GARP y Maxent**

11 variables bioclimáticas y 3 topográficas fueron escogidas para construir 2 modelos de predicción. En cuanto a los resultados obtenidos de las predicciones del potencial de distribución elaborados con el algoritmo GARP y el método Maxent, puede observarse que la predicción de potencial de distribución es uniforme a través del modelo de GARP, pero el modelo Maxent nos da un área más amplia. En cuanto a la evaluación del modelo dio un valor ROC de 0.969, los valores de probabilidad de exactitud van de 0 a 1, indicando 0 baja probabilidad y 1 alta probabilidad de exactitud (Swets, 1988), en este caso los valores indican buen funcionamiento y alta probabilidad de obtener positivos y negativos verdaderos de presencia/ausencia en las áreas predichas por los modelos.

### **8.2.1. El Algoritmo GARP**

El análisis de predicción de la distribución potencial de la especie *Procambarus clarkii*, realizada con el algoritmo genético GARP, consenso binario, proyecta que los estados que presentan las condiciones ambientales similares a las que se proporcionaron como insumo son : Nuevo León en la parte Centro y norte; Tamaulipas en toda la región Oeste del Norte, centro y Sur; todo Coahuila; Tamaulipas región centro y noreste; Zacatecas al noreste y solo una porción sureste; Durango al este en las regiones norte, centro y sur, límite del estado de oeste a sur; Chihuahua centro-este y sur-este y solo una franja que cruza la región centro de este a oeste; Sinaloa límite del estado por toda la franja

oeste; Sonora casi todo el estado a excepción porción sur-oeste y extremos noreste y noroeste; Baja California todo el estado a excepción del extremo al noreste de Mexicali; Baja California Sur en la región centro-norte y el límite este del estado. Mientras que el resto de los estados, de color blanco, no poseen las condiciones ambientales similares a los insumos proporcionados (0) (Fig. 18).

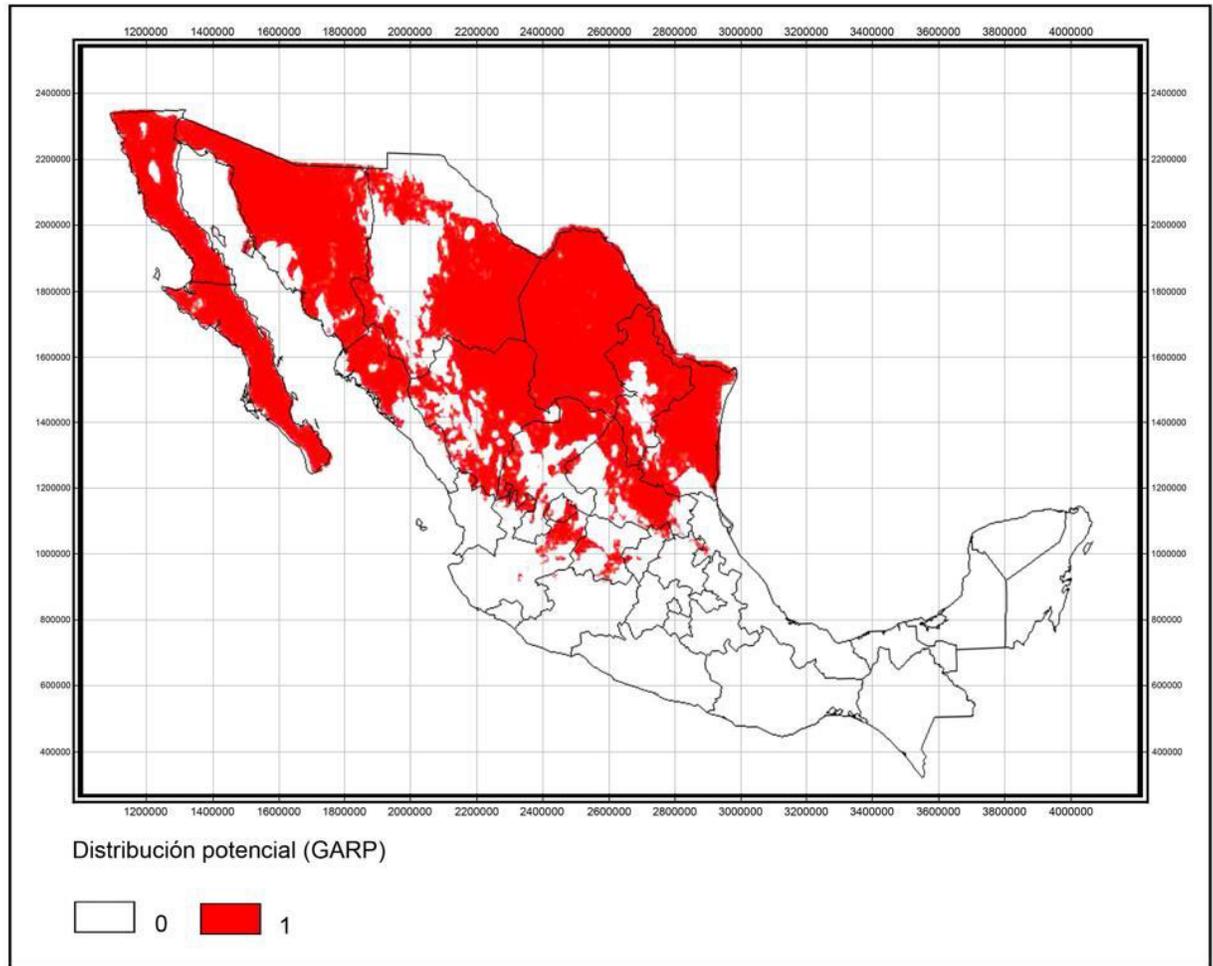


Figura 18. Distribución de *Procambarus clarkii* de acuerdo al algoritmo GARP consenso Binario

### **8.2.2. Distribución potencial mediante el método Maxent (Umbral mínimo de presencia)**

El método Maxent modelo consenso umbral mínimo de presencia destacó para la predicción de presencia de *P. clarkii* en los estados de Tamaulipas casi en todo es estado a excepción de la región centro-este y extremo suroeste; Nuevo León en toda la región centro y norte y no en la región sur; San Luis Potosí sólo en la región este; Coahuila casi todo el estado a excepción de la porción noreste; Chihuahua sólo la región centro-este; Durango una pequeña porción al centro; Sonora sólo en la región centro-oeste y noroeste; Baja California solo en el límite este del municipio de Mexicali; a Baja California Sur solo en el límite este del estado; Sinaloa sólo en flanco centro-norte; Nayarit en el límite oeste y norte del estado; Guadalajara en la porción centro; Michoacán en porción centro-oeste y noroeste; Guerrero flanco central; Toluca porción norte del estado; Oaxaca extremo suroeste y Chiapas extremo suroeste (Figura 19).

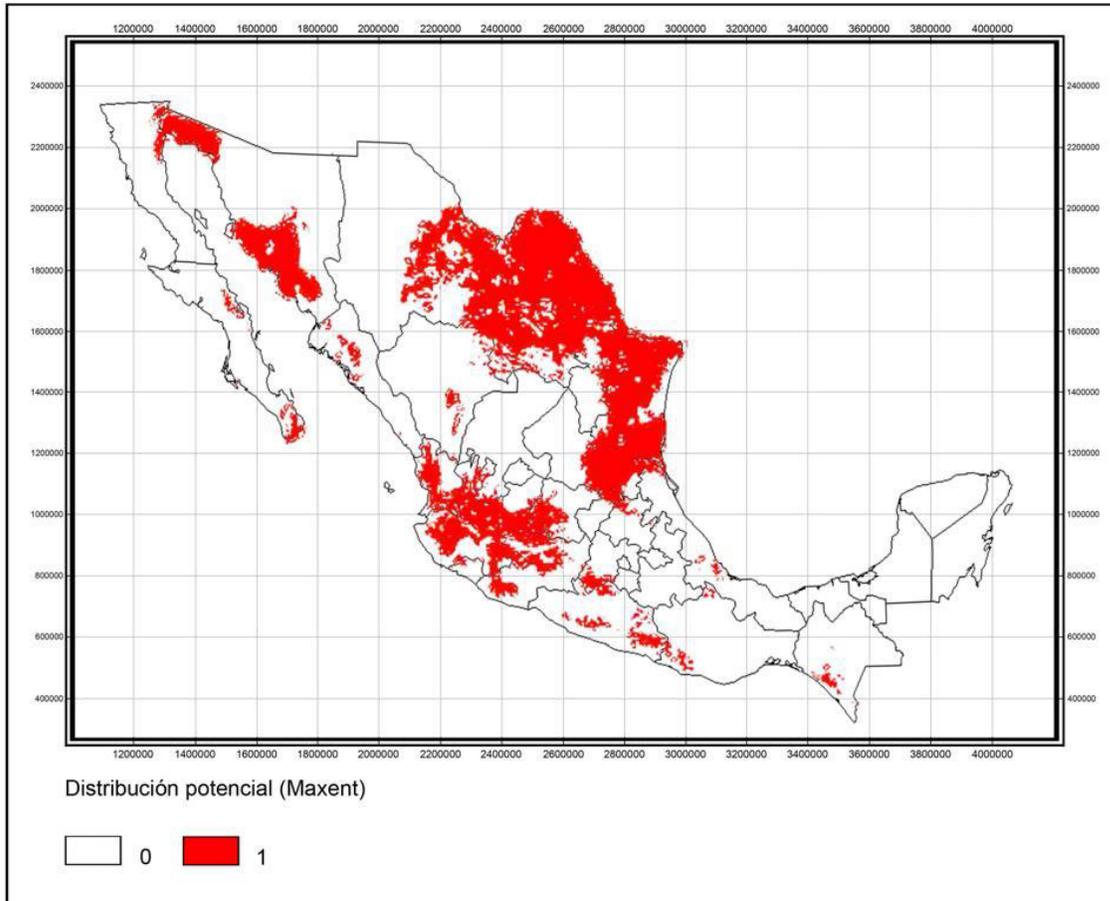


Figura 19. Distribución de *Procambarus clarkii* de acuerdo al método Maxent umbral mínimo de presencia.

### 8.2.3.- Predicción de las variables influyentes para el modelo.

La Figura 20, muestra las variables climáticas más influyentes en la construcción del modelo, de las áreas potenciales de distribución de *Procambarus clarkii* en México. La variable climática que tiene más influencia cuando se utiliza, de forma individual es la Temperatura mínima del mes más frío (bio 6). Lo cual significa que la Temperatura mínima del mes más frío contiene la información la más útil por si sola para el modelo. De igual

manera la figura 19 muestra otras variables que son importantes para el modelo pero no tan influyentes como es la Temperatura mínima del mes más frío, y estas son:

Precipitación del trimestre más frío (biol\_19)

Precipitación del trimestre más seco (biol\_17)

Precipitación del mes más seco (biol\_14)

Dirección de flujo (flowdir).

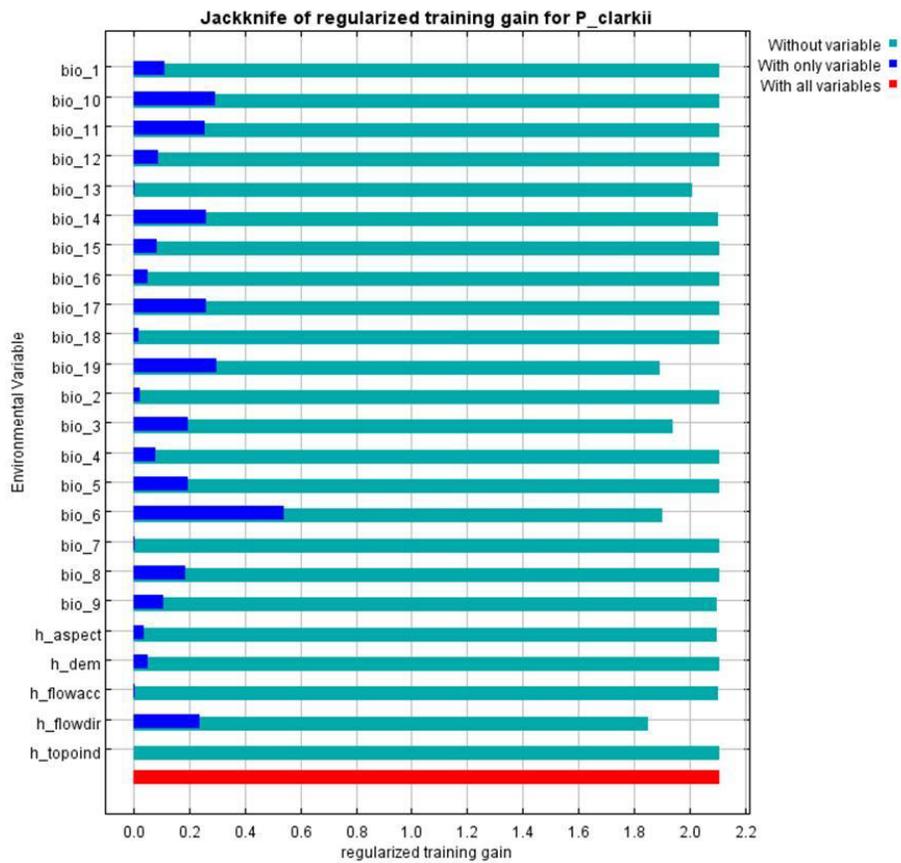


Figura 20.- Variables climáticas más influyentes en el modelo

### 8.3. Análisis de Riesgo de *Procambarus clarkii* mediante el uso de la herramienta FI-ISK

El uso de la herramienta FI-ISK para el análisis de riesgo, permitió evaluar la posibilidad de que *P. clarkii* se convierta en problemática al ser introducida a un nuevo ecosistema, dando como resultado una puntuación de 43 puntos, por lo tanto el *rechazo* total de las introducciones de ésta especie por la amenaza que representa en el sector ambiental (Tabla 5) ver Anexo 2.

Tabla 5.- Análisis de Riesgo mediante el uso de la herramienta FI-ISK

Resultado Final	Se rechaza
Puntuación	43
Biogeografía	19
Desglose de la puntuación: características no deseables	10
Biología/Ecología	14
Biogeografía	10
Preguntas contestadas: características no deseables	12
Biología/Ecología	22
Total	44
Relacionados con la acuicultura	30
Sector afectado: ambiental	35
Nociva	3
Total de preguntas:	49

Herramienta de Clasificación de Riesgo para invertebrados dulceacuícolas  
*Freshwater Invertebrate Invasiveness Scoring Kit* (Tricarico, et al. 2009)

Nombre científico: *Procambarus clarkii*

Nombre común: Acocil rojo

Elaboró: Karina Franco

## 8.4.- ANALISIS MORFOMETRICO DE *Procambarus clarkii* EN DIFERENTES REGIONES HIDROLÓGICAS DEL NORTE DE MÉXICO.

### 8.4.1 Comparación biométrica de machos FI en diferentes Regiones Hidrográficas.

#### 8.4.1.1.- Comparación biométrica de la longitud Total (LT) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LT máxima (116.00 mm) pudo observarse en la Región Hidrológica Baja California Noroeste y la LT mínima (53 mm) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 6). Los valores promedio de LT presentaron diferencia significativa de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) ( $F=3.143, p>0.05$ ) (Tabla 7) y prueba de Duncan (Tabla 8).

Tabla 6.- Valores promedio de LT para Machos FI, por Regiones

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	65	116	87.18 <sup>a,b</sup>	11.717
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	58	96	77.96 <sup>a</sup>	9.816
BRAVO-CONCHOS	81	53	118	81.04 <sup>a</sup>	13.167
SINALOA	4	70	100	82.15 <sup>a,b</sup>	12.338
PRESIDIO-SANPEDRO	10	67	115	93.46 <sup>b</sup>	15.185
AGUANAVAL	3	86	111	100.30	12.638
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	67	113	85.64 <sup>a,b</sup>	16.217
CALIFORNIA	8	77	106	92.49	9.270

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 7. Valor de F para LT en Análisis de varianza (ANOVA)

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LONGTOT	Entre Regiones Hidrológicas	2568.358	5	513.672	3.143	.010
	Dentro Regiones Hidrológicas	25002.524	153	163.415		
	Total	27570.882	158			

Tabla 8- Prueba de Duncan

**LONGTOT MF**

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	77.96	
BRAVO-CONCHOS	81	81.04	
SINALOA	4	82.15	82.15
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	85.64	85.64
BAJACALIFNOROESTE	39	87.18	87.18
PRESIDIO-SANPEDRO	10		93.46
Sig.		.145	.065

Se muestran promedios para grupos en subconjuntos homogéneos.

**8.4.1.2.- Comparación biométrica de la longitud del cefalotórax (LC) para machos FI por Regiones Hidrológicas.**

En la comparación biométrica la LC máxima (61.12 mm) pudo observarse en la Región Hidrológica Presidio-San Pedro y la LC mínima (27.12 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 9). Los valores promedio de LC entre las Regiones hidrológicas si presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA (F=4.724, p>0.05) (Tablas 10 y 11)

Tabla 9.- Tabla de estadísticas descriptivas de la LC en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	32.79	60.17	44.8444 <sup>a</sup> b	6.39658
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	29.80	49.90	40.4100 <sup>a</sup>	5.61961
BRAVO-CONCHOS	81	27.12	59.09	40.4067 <sup>a</sup>	6.92823
SINALOA	4	35.70	50.40	42.0500 <sup>a</sup>	6.11146
PRESIDIO-SANPEDRO	10	35.76	61.12	49.2530 <sup>b</sup>	8.66294
AGUANAVAL	3	45.00	56.10	52.0667	6.14030
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	33.30	60.28	44.5725 a,b	9.43347
CALIFORNIA	8	41.05	56.66	48.3350	5.22387

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 10. Valor de F para LC en Análisis de varianza (ANOVA)

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LC	Entre Regiones Hidrológicas	1128.569	5	225.714	4.724	.000
	Dentro Regiones Hidrológicas	7310.531	153	47.781		
	Total	8439.100	158			

Tabla 11.- Prueba de Duncan para LC MFI

**LC MFI**

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BRAVO-CONCHOS	81	40.4067	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	40.4100	
SINALOA	4	42.0500	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	44.5725	44.5725
BAJACALIFNOROESTE	39	44.8444	44.8444
PRESIDIO-SANPEDRO	10		49.2530
Sig.		.196	.146

### 8.4.1.3.- Comparación biométrica de la altura del cefalotórax (ALC) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ALC máxima (23.10 mm) pudo observarse en la Región Hidrológica Sinaloa y la ALC mínima (10.84 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 12). Los valores promedio de ALC entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=4.311$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 13) entre las R.H. Bravo-Conchos y Presidio San Pedro(Tabla 14).

Tabla 12.- Tabla de estadísticas descriptivas de la ALC en machos FI por Regiones Hidrológicas

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	14.25	27.12	20.1113 <sup>a,b</sup>	3.17151
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	13.90	24.70	18.7153 <sup>a,b</sup>	3.13431
BRAVO-CONCHOS	81	10.84	26.00	17.5610 <sup>a</sup>	3.27303
SINALOA	4	15.70	23.10	19.1750 <sup>a,b</sup>	3.07828
PRESIDIO-SANPEDRO	10	16.89	27.73	20.8450 <sup>b</sup>	3.51678
AGUANAVAL	3	21.10	26.70	23.7000	2.82135
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	14.05	24.87	18.8550 <sup>a,b</sup>	3.56240
CALIFORNIA	8	18.01	24.65	21.9012	2.15394

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 13. Valor de F para ALC en Análisis de varianza (ANOVA)

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
ALC	Entre Regiones Hidrológicas	228.909	5	45.782	4.311	.001
	Dentro Regiones Hidrológicas	1624.992	153	10.621		
	Total	1853.901	158			

Tabla 14.- Prueba de Duncan para ALC MFI

ALC MFI			
Duncan <sup>a,b</sup>			
REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BRAVO-CONCHOS	81	17.5610	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	18.7153	18.7153
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	18.8550	18.8550
SINALOA	4	19.1750	19.1750
BAJACALIFNOROESTE	39	20.1113	20.1113
PRESIDIO-SANPEDRO	10		20.8450
Sig.		.113	.188

#### 8.4.1.4.- Comparación biométrica de la anchura del cefalotórax (ANC) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ANC máxima (28.39 mm) pudo observarse en la Región Hidrológica Presidio San Pedro y la ANC mínima (11.80 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 15). Los valores promedio de ANC entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=3.683$ ,  $p>0.05$ ) (tabla 16) mostrando que la R.H. Presidio San Pedro difiere del Resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 17).

Tabla 15.- Tabla de estadísticas descriptivas de la ANC en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	15.27	27.95	20.3969 <sub>a,b</sub>	3.03219
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	13.60	23.40	18.1435 <sup>a</sup>	2.60201
BRAVO-CONCHOS	81	11.80	28.18	18.6570 <sup>a</sup>	3.50933
SINALOA	4	16.00	22.10	19.1250 <sup>a</sup>	2.49182

PRESIDIO-SANPEDRO	10	16.76	28.39	22.4460 <sup>b</sup>	3.97626
AGUANAVAL	3	19.90	26.80	23.9000	3.57911
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	14.95	26.12	20.1475	4.14287
				a,b	
CALIFORNIA	8	17.95	26.00	22.5075	2.59943

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 16 Valor de F para ANC en Análisis de varianza (ANOVA)

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
ANC	Entre Regiones Hidrológicas	207.527	5	41.505	3.683	.004
	Dentro Regiones Hidrológicas	1724.006	153	11.268		
	Total	1931.532	158			

Tabla 17.- Prueba de Duncan para ANC MFI

**ANC MFI**

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de $\alpha = 0.05$	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	18.1435	
BRAVO-CONCHOS	81	18.6570	
SINALOA	4	19.1250	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	20.1475	20.1475
BAJACALIFNOROESTE	39	20.3969	20.3969
PRESIDIO-SANPEDRO	10		22.4460
Sig.		.176	.141

#### 8.4.1.5.- Comparación biométrica de la longitud del rostro (LBR) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LBR máxima (18.29) fue observada en la Región Hidrológica San Fernando Soto La Marina y la LBR mínima (7.11 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 18). Los valores promedio de LBR entre las Regiones Hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA

( $F=11.515$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 19) mostrando que la R.H. Presidio San Pedro difiere del Resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 20).

Tabla 18.- Tabla de estadísticas descriptivas de la LBR en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	8.31	17.44	12.9508 <sup>b</sup>	1.95258
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	8.80	14.20	12.0741 <sup>a,b</sup>	1.48422
BRAVO-CONCHOS	81	7.11	16.85	10.7472 <sup>a</sup>	2.14960
SINALOA	4	9.70	15.70	12.4750	2.46627
PRESIDIO-SANPEDRO	10	10.31	17.98	15.2170 <sup>c</sup>	2.54303
AGUANAVAL	3	13.00	14.20	13.4333	.66583
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	8.68	18.29	12.6963 <sup>a,b</sup>	3.46488
CALIFORNIA	8	13.48	16.72	14.8650	1.43229

<sup>a,b,c</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 19. Valor de F para LBR en machos FI en análisis de varianza (ANOVA)

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LBR	Entre Regiones Hidrológicas	267.284	5	53.457	11.515	.000
	Dentro Regiones Hidrológicas	710.276	153	4.642		
	Total	977.560	158			

Tabla 20. Prueba de Duncan para LBR en Machos FI

LBR MFI				
Duncan <sup>a,b</sup>				
REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
BRAVO-CONCHOS	81	10.7472		
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	12.0741	12.0741	
SINALOA	4	12.4750	12.4750	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	12.6963	12.6963	
BAJACALIFNOROESTE	39		12.9508	
PRESIDIO-SANPEDRO	10			15.2170
Sig.		.059	.403	1.000

#### 8.4.1.6.- Comparación biométrica de la anchura del rostro (ANR) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ANR máxima (9.34 mm) fue observada en la Región Hidrológica Baja California Noroeste y la ANR mínima (3.80 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 21). Los valores promedio entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=5.182$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 22) mostrando que la R.H. Presidio San Pedro difiere del resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 23).

Tabla 21.- Tabla de estadísticas descriptivas de la ANR en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	4.72	9.34	6.7808 <sup>a,b</sup>	1.06358
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	4.40	7.80	6.1341 <sup>a</sup>	.90321
BRAVO-CONCHOS	81	3.80	8.51	6.1302 <sup>a</sup>	.97133
SINALOA	4	5.10	7.60	6.0750 <sup>a</sup>	1.09659
PRESIDIO-SANPEDRO	10	5.56	9.13	7.5540 <sup>b</sup>	1.26564
AGUANAVAL	3	6.70	9.30	8.1333	1.32035
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	4.85	8.50	6.6888 <sup>a,b</sup>	1.24108
CALIFORNIA	8	5.96	8.51	7.3675	.75117

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 22. Valor de F para ANR en Machos FI en análisis de varianza (ANOVA)

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
ANR	Entre Regiones Hidrológicas	27.150	5	5.430	5.182	.000
	Dentro Regiones Hidrológicas	160.323	153	1.048		
	Total	187.473	158			

Tabla 23. Prueba de Duncan para ANR en Machos FI.

**ANR MFI**

**Duncan<sup>a,b</sup>**

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de $\alpha = 0.05$	
		1	2
SINALOA	4	6.0750	
BRAVO-CONCHOS	81	6.1302	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	6.1341	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	6.6888	6.6888
BAJACALIFNOROESTE	39	6.7808	6.7808
PRESIDIO-SANPEDRO	10		7.5540
Sig.		.165	.068

#### 8.4.1.7.- Comparación biométrica de la longitud de la areola (LA) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica los valores promedio de LA máxima (21.97 mm) fue observada en la Región Hidrológica Presidio San Pedro y la LA mínima (8.16 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 24). Los valores promedio entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=6.540$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 25) mostrando diferencia entre las R.H. Presidio San Pedro y Bravo-Conchos (Tabla 26).

Tabla 24.- Tabla de estadísticas descriptivas de LA en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	11.83	21.45	16.2233 a,b	2.29875
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	10.70	18.60	14.6947 a,b	2.26036

BRAVO-CONCHOS	81	8.16	21.41	13.6795 <sup>a</sup>	2.79035
SINALOA	4	12.30	17.80	14.5250	2.34858
				a,b	
PRESIDIO-SANPEDRO	10	12.36	21.97	17.1070 <sup>b</sup>	3.23746
AGUANAVAL	3	14.50	21.30	18.3000	3.46987
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	11.27	21.59	15.5063	3.71411
				a,b	
CALIFORNIA	8	13.21	18.48	16.5250	1.84912

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 25. Valor de F para LA en Machos FI en análisis de varianza (ANOVA).

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LA	Entre Regiones Hidrológicas	237.851	5	47.570	6.540	.000
	Dentro Regiones Hidrológicas	1112.875	153	7.274		
	Total	1350.726	158			

Tabla 26. Prueba de Duncan para LA en Machos FI.

**L A M F I**

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BRAVO-CONCHOS	81	13.6795	
SINALOA	4	14.5250	14.5250
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	14.6947	14.6947
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	15.5063	15.5063
BAJACALIFNOROESTE	39	16.2233	16.2233
PRESIDIO-SANPEDRO	10		17.1070
Sig.		.054	.051

**8.4.1.8.- Comparación biométrica de la anchura de la areola (AA) para machos**

**FI por Regiones Hidrológicas.**

En la comparación biométrica la AA máxima (1.15 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la AA mínima (0.10 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 27). Los valores promedio de AA entre las Regiones

hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=4.23$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 33 y 34).

Tabla 27.- Estadísticas descriptivas de AA en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	0.17	0.66	0.3154	0.10568
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	0.23	0.50	0.3271	0.08260
BRAVO-CONCHOS	81	0.10	1.15	0.3372	0.18974
SINALOA	4	0.30	0.50	0.4000	0.08165
PRESIDIO-SANPEDRO	10	0.25	0.81	0.3700	0.16173
AGUANAVAL	3	0.20	0.50	0.4000	0.17321
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	0.20	0.51	0.3625	0.09316
CALIFORNIA	8	0.18	0.43	0.3288	0.09015

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 28. Valor de F para AA en machos FI en análisis de varianza (ANOVA).

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
AA	Entre Regiones Hidrológicas	.052	5	.010	.423	.832
	Dentro Regiones Hidrológicas	3.730	153	.024		
	Total	3.782	158			

Tabla 29. Prueba de Duncan para AA en machos FI.

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de $\alpha = 0.05$
		1
BAJACALIFNOROESTE	39	.3154
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	.3271
BRAVO-CONCHOS	81	.3372
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	.3625
PRESIDIO-SANPEDRO	10	.3700
SINALOA	4	.4000
Sig.		.287

#### 8.4.1.9.- Comparación biométrica de la longitud pos-orbital (LPO) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la valores promedio de la LPO máxima (103.91 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la LPO mínima (46.66 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 30). Los valores promedio para LPO entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=3.455$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 31) mostrando diferencia entre las R.H. Baja California Centro-Este y Presidio San Pedro (Tabla 32).

Tabla 30.- Tabla de estadísticas descriptivas de la LPO en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	58.91	102.90	77.6408 a,b	10.10761
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	51.70	85.20	69.7371 <sup>a</sup>	8.49185
BRAVO-CONCHOS	81	46.66	103.91	71.7022 <sup>a</sup>	11.37857
SINALOA	4	63.00	87.80	72.9500 a,b	10.51364
PRESIDIO-SANPEDRO	10	61.40	100.85	82.9130 <sup>b</sup>	12.86082
AGUANAVAL	3	75.80	101.00	89.8000	12.83121
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	58.74	101.03	76.8600 a,b	14.81481
CALIFORNIA	8	70.11	93.80	82.7025	7.75052

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 31. Valor de F para LPO en Machos FI en análisis de varianza (ANOVA).

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LPO	Entre Regiones Hidrológicas	2117.327	5	423.465	3.455	.005
	Dentro Regiones Hidrológicas	18750.321	153	122.551		
	Total	20867.648	158			

Tabla 32. Prueba de Duncan para machos FI

LPO

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	69.7371	
BRAVO-CONCHOS	81	71.7022	
SINALOA	4	72.9500	72.9500
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	76.8600	76.8600
BAJACALIFNOROESTE	39	77.6408	77.6408
PRESIDIO-SANPEDRO	10		82.9130
Sig.		.150	.060

#### 8.4.1.10.- Comparación biométrica de la longitud del abdomen (LAB) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LAB máxima (59.46 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la LAB mínima (26.94 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 33). Los valores promedio de LAB entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=3.413$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 34) mostrando diferencia entre las R.H. Baja California Centro-Este y Presidio San Pedro (Tabla 35).

Tabla 33. Estadísticas descriptivas de la LAB en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	34.77	58.40	44.8254 a,b	5.33348
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	29.70	48.30	40.7612 <sup>a</sup>	4.46475
BRAVO-CONCHOS	81	26.94	59.46	41.7358 <sup>a</sup>	6.24653
SINALOA	4	37.00	51.40	42.5000 a,b	6.19839
PRESIDIO-SANPEDRO	10	34.18	57.84	48.1540 <sup>b</sup>	7.24170
AGUANAVAL	3	44.30	57.00	51.3333	6.45936
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	32.46	56.80	44.1600 a,b	8.12873
CALIFORNIA	8	41.83	57.18	48.0525	5.16405

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 34. Valor de F para LAB en machos FI en análisis de varianza (ANOVA).

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LAB	Entre Regiones Hidrológicas	621.328	5	124.266	3.413	.006
	Dentro Regiones Hidrológicas	5571.201	153	36.413		
	Total	6192.529	158			

Tabla 35. Prueba de Duncan para LAB en machos FI

LAB MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	40.7612	
BRAVO-CONCHOS	81	41.7358	
SINALOA	4	42.5000	42.5000
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	44.1600	44.1600
BAJACALIFNOROESTE	39	44.8254	44.8254
PRESIDIO-SANPEDRO	10		48.1540
Sig.		.175	.050

#### 8.4.1.11.- Comparación biométrica de la anchura del abdomen (AAB) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la AAB máxima (21.80 mm) fue observada en la Región Hidrológica Agua-Naval y la AAB mínima (10.64 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 36). Los valores promedio de AAB entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=3.048$ ,  $p>0.05$ ). (Tabla 37) mostrando diferencia entre las R.H. Baja California Centro-Este y Presidio San Pedro(Tabla 38).

Tabla 36.- Estadísticas descriptivas de la AAB en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	12.49	20.89	16.5290 a,b	2.01068
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	11.50	19.70	15.1071 <sup>a</sup>	2.07531
BRAVO-CONCHOS	81	10.64	21.50	15.2319 <sup>a</sup>	2.37758
SINALOA	4	14.10	18.90	15.6000 a,b	2.22411
PRESIDIO-SANPEDRO	10	12.78	21.61	17.4730 <sup>b</sup>	2.86583
AGUANAVAL	3	16.60	21.80	19.1667	2.60064
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	12.56	20.72	15.8725 a,b	2.96643
CALIFORNIA	8	14.86	19.54	17.1500	1.39505

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 37. Valor de F para AAB en machos FI en análisis de varianza (ANOVA).

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
AAB	Entre Regiones Hidrológicas	82.185	5	16.437	3.048	.012
	Dentro Regiones Hidrológicas	825.123	153	5.393		
	Total	907.308	158			

Tabla 38. Prueba de Duncan para AAB en machos FI

AAB MFI			
Duncan <sup>a,b</sup>			
REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	15.1071	
BRAVO-CONCHOS	81	15.2319	
SINALOA	4	15.6000	15.6000
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	15.8725	15.8725
BAJACALIFNOROESTE	39	16.5290	16.5290
PRESIDIO-SANPEDRO	10		17.4730
Sig		.219	.094

#### 8.4.1.12.- Comparación biométrica de la longitud de la quela (LQ) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LQ máxima (63.62 mm) fue observada en la Región Hidrológica Presidio San Pedro y la LQ mínima (11.83 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 39). Los valores promedio de LQ entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.829$ ,  $p>0.05$ ) (tabla 40 y 41).

Tabla 39.- Estadísticas descriptivas de LQ en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	23.73	60.90	40.3046 <sup>a</sup>	9.56527
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	22.70	52.50	37.1182 <sup>a</sup>	8.01982
BRAVO-CONCHOS	81	11.83	63.00	34.9260 <sup>a</sup>	10.97827
SINALOA	4	23.60	35.80	30.8750 <sup>a</sup>	5.73142
PRESIDIO-SANPEDRO	10	25.95	63.62	38.3360 <sup>a</sup>	12.64563
AGUANAVAL	3	36.10	52.70	45.4667	8.50314
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	23.66	59.36	39.9063 <sup>a</sup>	12.81722
CALIFORNIA	8	31.17	51.40	43.3200	6.75496

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 40.- Análisis de varianza (ANOVA) para LQ en Machos FI

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LQ	Entre Regiones Hidrológicas	1006.094	5	201.219	1.829	.110
	Dentro Regiones Hidrológicas	16835.373	153	110.035		
	Total	17841.466	158			

Tabla 41.- Prueba de Duncan para LQ en Machos FI

LQ MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05
		1
SINALOA	4	30.8750
BRAVO-CONCHOS	81	34.9260
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	37.1182
PRESIDIO-SANPEDRO	10	38.3360
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	39.9063
BAJACALIFNOROESTE	39	40.3046
Sig.		.073

#### 8.4.1.13.- Comparación biométrica de la Longitud del Dactilo (LD) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LD máxima (39.20 mm) fue observada en la Región Hidrológica Presidio San Pedro y la LD mínima (7.07 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 42). Los valores promedio de LD entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA (F=1.981, p>0.05) (tabla 43 y 44).

Tabla 42. Estadísticas descriptivas de la LD en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	14.01	37.06	23.5697 <sup>a</sup>	5.89064
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	13.60	31.90	21.9741 <sup>a</sup>	4.90132
BRAVO-CONCHOS	81	7.07	37.50	20.3247 <sup>a</sup>	6.50497
SINALOA	4	13.60	20.50	17.7000 <sup>a</sup>	3.36155
PRESIDIO-SANPEDRO	10	15.35	39.20	22.8200 <sup>a</sup>	7.67754
AGUANAVAL	3	20.50	32.20	26.6667	5.87566
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	13.48	35.94	23.6513 <sup>a</sup>	7.94640
CALIFORNIA	8	18.17	29.60	25.0750	3.90262

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 43. Análisis de Varianza (ANOVA) para LD en Machos FI

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LD	Entre Regiones Hidrológicas	394.502	5	78.900	1.981	.085
	Dentro Regiones Hidrológicas	6094.544	153	39.834		
	Total	6489.046	158			

Tabla 44. Prueba de Duncan para LD en Machos FI

LD MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05
		1
SINALOA	4	17.7000
BRAVO-CONCHOS	81	20.3247
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	21.9741
PRESIDIO-SANPEDRO	10	22.8200
BAJACALIFNOROESTE	39	23.5697
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	23.6513
Sig.		.059

#### 8.4.1.14.- Comparación biométrica de la longitud de la palma (LP) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LP máxima (22.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la LP mínima (4.20 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 45). Los valores promedio de LP entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.529$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 46 y 47).

Tabla 45.- Estadísticas descriptivas de LP en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	6.62	20.47	14.0962 <sup>a</sup>	3.32233
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	8.30	17.40	12.8682 <sup>a</sup>	2.52694
BRAVO-CONCHOS	81	4.20	22.00	12.2298 <sup>a</sup>	3.80585
SINALOA	4	8.70	17.10	12.4000 <sup>a</sup>	3.48138
PRESIDIO-SANPEDRO	10	7.90	21.55	12.8950 <sup>a</sup>	4.84528
AGUANAVAL	3	12.20	18.80	15.8000	3.34066
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	9.84	20.50	13.9850 <sup>a</sup>	4.23701
CALIFORNIA	8	11.66	18.00	15.2525	2.27023

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 46. Análisis de Varianza (ANOVA) para LP en Machos FI

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LP	Entre Regiones Hidrológicas	102.608	5	20.522	1.529	.184
	Dentro Regiones Hidrológicas	2053.678	153	13.423		
	Total	2156.286	158			

Tabla 47. Prueba de Duncan para LP en Machos FI

LP MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05
		1
BRAVO-CONCHOS	81	12.2298
SINALOA	4	12.4000
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	12.8682
PRESIDIO-SANPEDRO	10	12.8950
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	13.9850
BAJACALIFNOROESTE	39	14.0962
Sig.		.317

#### 8.4.1.15.- Comparación biométrica de la anchura de la palma (ANP) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ANP máxima (20.97 mm) fue observada en la Región Hidrológica Presidio San Pedro y la ANP mínima (3.39 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 48). Los valores promedio de ANP entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.884$ ,  $p>0.05$ ) (tabla 49) y de acuerdo a la prueba de Duncan excepto las R.H. Baja California Noroeste y Sinaloa difieren entre sí (Tabla 50).

Tabla 48.- Estadísticas descriptivas de la ANP en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	6.49	18.98	12.5841 <sup>b</sup>	3.18611
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	6.50	15.30	11.1124 <sup>a,b</sup>	2.37705
BRAVO-CONCHOS	81	3.39	19.04	10.8848 <sup>a,b</sup>	3.62818
SINALOA	4	5.90	10.90	9.1000 <sup>a</sup>	2.29056
PRESIDIO-SANPEDRO	10	7.97	20.97	12.2260 <sup>a,b</sup>	4.13646

AGUANAVAL	3	10.40	19.10	14.9333	4.36157
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	7.18	18.21	12.1588	3.54462
				a,b	
CALIFORNIA	8	9.23	17.24	14.1863	2.61479

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 49. Análisis de Varianza (ANOVA) para ANP en Machos FI

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
ANP	Entre Regiones Hidrológicas	110.037	5	22.007	1.884	.100
	Dentro Regiones Hidrológicas	1786.935	153	11.679		
	Total	1896.972	158			

Tabla 50. Prueba de Duncan para ANP en Machos FI.

ANP MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
SINALOA	4	9.1000	
BRAVO-CONCHOS	81	10.8848	10.8848
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	11.1124	11.1124
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	12.1588	12.1588
PRESIDIO-SANPEDRO	10	12.2260	12.2260
BAJACALIFNOROESTE	39		12.5841
Sig.		.062	.320

#### 8.4.1.16.- Comparación biométrica de la altura de la palma (ALP) para machos FI por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ALP máxima (11.56 mm) fue observada en la Región Hidrológica Baja California Noroeste y la ALP mínima (2.22 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (tabla 51). Los valores promedio de ALP entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.463$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 52), y de acuerdo a la prueba excepto excepto la R.H. Baja California Noroeste que difiere del resto de las Regiones Hidrológicas (tabla 53).

Tabla 51.- Estadísticas descriptivas de ALP en machos FI por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	39	2.75	11.56	8.0105 <sup>b</sup>	1.91084
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	4.40	9.50	7.0759 <sup>a,b</sup>	1.36366
BRAVO-CONCHOS	81	2.22	16.63	7.0563 <sup>a,b</sup>	2.43889
SINALOA	4	4.20	6.70	5.8000 <sup>a</sup>	1.13431
PRESIDIO-SANPEDRO	10	4.86	11.82	7.4370 <sup>a,b</sup>	2.26868
AGUANAVAL	3	6.90	11.20	9.4333	2.25019
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	4.31	10.29	7.2275 <sup>a,b</sup>	2.02581
CALIFORNIA	8	7.29	11.04	9.2875	1.41895

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 52. Análisis de Varianza (ANOVA) para ALP en Machos FI

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
ALP	Entre Regiones Hidrológicas	34.576	5	6.915	1.463	.205
	Dentro Regiones Hidrológicas	723.267	153	4.727		
	Total	757.843	158			

Tabla 53. Prueba de Duncan para ALP en Machos FI.

ALP MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
SINALOA	4	5.8000	
BRAVO-CONCHOS	81	7.0563	7.0563
BAJACALIFCENTRO-ESTE	17	7.0759	7.0759
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	8	7.2275	7.2275
PRESIDIO-SANPEDRO	10	7.4370	7.4370
BAJACALIFNOROESTE	39		8.0105
Sig.		.128	.380

## 8.4.2 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS PARA MACHOS FII POR REGIONES HIDROLOGICAS

### 8.4.2.1.- Comparación biométrica de la LT para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LT máxima (111.00 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la LT mínima (50 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y Sinaloa (tabla 54). Los valores promedio de LT entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.856$ ,  $p>0.05$ ) y de acuerdo a la prueba de Duncan excepto la R.H. Presidio San Pedro que difiere con el resto de las Regiones Hidrológicas (tabla 55 y 56).

Tabla 54.- Estadísticas descriptivas de LT machos FII por Regiones Hidrológicas..

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	55	86	68.73 <sup>a</sup>	9.442
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	53	83	63.85 <sup>a</sup>	8.249
BRAVO-CONCHOS	97	50	93	69.09 <sup>a</sup>	11.978
SINALOA	29	50	111	66.48 <sup>a</sup>	14.926
PRESIDIO-SANPEDRO	10	67	101	78.12 <sup>b</sup>	10.575
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	51	89	69.29 <sup>a</sup>	13.633
GRIJALVA-USUMACINTA	4	61	93	74.79	13.416
CALIFORNIA	1	56	56	55.89	.
LOUISIANA	3	83	93	87.29	5.187
SANGABRIEL	1	93	93	92.60	.
TOTAL	186				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 55. Análisis de Varianza (ANOVA) para LT en Machos FII.

		Suma de cuadrados	df	Promedio de cuadrados	F	Sig.
LONGTOT	Entre Regiones Hidrológicas	1352.711	5	270.542	1.856	.105
	Dentro de Regiones Hidrológicas	24925.157	171	145.761		
	Total	26277.867	176			

Tabla 56. Prueba de Duncan para LT en Machos FII

LONGTOT MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGION HIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	63.85	
SINALOA	29	66.48	
BAJACALIFNOROESTE	19	68.73	
BRAVO-CONCHOS	97	69.09	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	69.29	
PRESIDIO-SANPEDRO	10		78.12
Sig.		.272	1.000

#### 8.4.2.2.-.- Comparación biométrica de la longitud del cefalotórax (LC) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica LC máxima (58.60 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la LC mínima (50 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos. (Tabla 60). Los valores promedio de LC entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.781$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 61). Y de acuerdo la prueba de Duncan excepto Presidio San Pedro del resto de las Regiones Hidrológicas.

Tabla 60.- Estadísticas descriptivas de LC machos FII por Regiones Hidrológicas

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	26.88	44.90	34.7042 <sup>a</sup>	4.97410
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	26.90	42.50	32.3715 <sup>a</sup>	4.28356
BRAVO-CONCHOS	97	23.51	48.40	34.4553 <sup>a</sup>	6.34511
SINALOA	29	25.70	58.60	34.4759	8.22903
PRESIDIO-SANPEDRO	10	33.58	51.05	40.0990 <sup>b</sup>	5.37568
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	25.53	44.70	34.9878 <sup>a</sup>	7.21286
GRIJALVA-USUMACINTA	4	30.12	47.87	38.0050	7.64500
CALIFORNIA	1	28.64	28.64	28.6400	.
LOUISIANA	3	43.92	49.23	46.0500	2.80640
SANGABRIEL	1	48.59	48.59	48.5900	.
TOTAL	186				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 61. Análisis de Varianza (ANOVA) para LC en Machos FII.

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LC	Entre Regiones Hidrológicas	369.904	5	73.981	1.781	.119
	Dentro de Regiones Hidrológicas	7102.892	171	41.537		
	Total	7472.795	176			

Tabla 62. Prueba de Duncan para LC en Machos FII.

LC MFI			
Duncan <sup>a,b</sup>			
REGION HIDROLÓGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	32.3715	
BRAVO-CONCHOS	97	34.4553	
SINALOA	29	34.4759	
BAJACALIFNOROESTE	19	34.7042	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	34.9878	
PRESIDIO-SANPEDRO	10		40.0990
Sig.		.322	1.000

### 8.4.2.3.- Comparación biométrica de la altura del cefalotórax (ALC) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ALC máxima (24.30 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la ALC mínima (9.24 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos. (Tabla 63). Los valores promedio de ALC entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=2.210$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 64). Excepto la R.H. Presidio San Pedro del resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 65).

Tabla 63.- Estadísticas descriptivas de ALC machos FII por Regiones Hidrológicas

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	10.88	18.85	14.3232 <sup>a</sup>	2.18489
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	12.20	19.40	14.7146 <sup>a</sup>	1.97635
BRAVO-CONCHOS	97	9.24	21.08	14.3001 <sup>a</sup>	2.70743
SINALOA	29	10.70	24.30	14.8655 <sup>a</sup>	3.39383
PRESIDIO-SANPEDRO	10	13.37	22.98	17.2780 <sup>b</sup>	2.86327
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	10.74	20.12	14.3744 <sup>a</sup>	3.07925
GRIJALVA-USUMACINTA	4	12.78	18.78	15.7600	2.71013
CALIFORNIA	1	12.69	12.69	12.6900	.
LOUISIANA	3	16.95	20.53	18.4933	1.84028
SANGABRIEL	1	21.71	21.71	21.7100	.
TOTAL	186				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 64. Análisis de Varianza (ANOVA) para ALC en Machos FII

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
ALC	Entre Regiones Hidrológicas	84.569	5	16.914	2.210	.055
	Dentro de Regiones Hidrológicas	1308.638	171	7.653		
	Total	1393.207	176			

Tabla 65. Prueba de Duncan para ALC Machos FII

ALC MRI			
Duncan <sup>a,b</sup>			
REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BRAVO-CONCHOS	97	14.3001	
BAJACALIFNOROESTE	19	14.3232	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	14.3744	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	14.7146	
SINALOA	29	14.8655	
PRESIDIO-SANPEDRO	10		17.2780
Sig.		.620	1.000

#### 8.4.2.4.- Comparación biométrica de la altura del cefalotórax (ANC) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ANC máxima (26.80 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la ANC mínima (10.17 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 66). Los valores promedio de ANC entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=2.220$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 67). Excepto la R.H. Presidio San Pedro del resto de las Regiones Hidrológicas de acuerdo a la prueba de Duncan (Tabla 68).

Tabla 66. Estadísticas descriptivas de ANC machos FII por Regiones Hidrológicas

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	11.39	19.27	15.1337 <sup>a</sup>	2.32071
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	12.00	19.30	14.8000 <sup>a</sup>	2.07806
BRAVO-CONCHOS	97	10.17	22.91	15.2541 <sup>a</sup>	3.05769
SINALOA	29	10.90	26.80	14.9345 <sup>a</sup>	3.89902
PRESIDIO-SANPEDRO	10	14.67	23.51	18.4240 <sup>b</sup>	2.63667
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	10.82	19.75	15.1833 <sup>a</sup>	3.33778
GRIJALVA-USUMACINTA	4	14.04	22.06	17.9150	3.29329
CALIFORNIA	1	12.11	12.11	12.1100	.
LOUISIANA	3	19.00	22.80	20.5733	1.98246
SANGABRIEL	1	21.86	21.86	21.8600	.
TOTAL	186				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 67. Análisis de Varianza (ANOVA) para ANC Machos FII.

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
ANC	Entre Regiones Hidrológicas	105.401	5	21.080	2.220	.054
	Dentro de Regiones Hidrológicas	1623.670	171	9.495		
	Total	1729.071	176			

Tabla 68. Prueba de Duncan para ANC Machos FII.

ANC MFI

Duncan<sup>a, b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	14.8000	
SINALOA	29	14.9345	
BAJACALIFNOROESTE	19	15.1337	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	15.1833	
BRAVO-CONCHOS	97	15.2541	
PRESIDIO-SANPEDRO	10		18.4240
Sig.		.721	1.000

#### 8.4.2.5.- Comparación biométrica de la longitud del rostro (LBR) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LBR máxima (26.80 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la LBR mínima (5.50 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 69). Los valores promedio de LBR entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=6.449$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 70) y de acuerdo a la prueba de Duncan mostrando que la R.H. Presidio San Pedro difiere del resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 71).

Tabla 69.- Tabla de estadísticas descriptivas de LBR machos FII por Regiones Hidrológicas

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	8.39	14.18	10.1674 <sup>a</sup>	1.52864
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	8.30	12.50	10.0238 <sup>a</sup>	1.23965
BRAVO-CONCHOS	97	5.55	14.10	9.5712 <sup>a</sup>	1.70948
SINALOA	29	7.50	17.80	10.6069 <sup>a</sup>	2.35917
PRESIDIO-SANPEDRO	10	10.28	15.06	12.8010 <sup>b</sup>	1.30699
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	6.67	14.47	9.9033 <sup>a</sup>	2.67016
GRIJALVA-USUMACINTA	4	8.69	14.08	11.0050	2.57408
CALIFORNIA	1	9.20	9.20	9.2000	.
LOUISIANA	3	12.00	16.00	13.4633	2.20546
SANGABRIEL	1	13.88	13.88	13.8800	.
TOTAL	186				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 70. Análisis de ANOVA para LBR en Machos FII.

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LBR	Entre Regiones Hidrológicas	107.344	5	21.469	6.449	.000
	Dentro de Regiones Hidrológicas	569.295	171	3.329		
	Total	676.640	176			

Tabla 71. Prueba de Duncan para LBR en Machos FII.

**LBR MFI**

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BRAVO-CONCHOS	97	9.5712	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	9.9033	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	10.0238	
BAJACALIFNOROESTE	19	10.1674	
SINALOA	29	10.6069	
PRESIDIO-SANPEDRO	10		12.8010
Sig.		.163	1.000

#### 8.4.2.6.- Comparación biométrica de la anchura del rostro (ANR) para machos

##### FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ANR máxima (8.90 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la ANR mínima (3.58 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 73). Los valores promedio de ANR entre las Regiones hidrológicas no mostraron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=2.006$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 74). Excepto las R.H. Baja California Centro-Este y Presidio San Pedro que difieren significativamente entre sí (Tabla 75).

Tabla 73.- Estadísticas descriptivas de ANR machos FII por Regiones Hidrológicas

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	3.93	6.74	5.2079 <sup>a</sup>	.70083
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	4.20	6.40	5.0077 <sup>a</sup>	.70529
BRAVO-CONCHOS	97	3.58	7.26	5.2349 <sup>a</sup>	.94841
SINALOA	29	3.90	8.90	5.0897 <sup>a</sup>	1.13872
PRESIDIO-SANPEDRO	10	5.09	7.31	6.0980 <sup>b</sup>	.82998
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	3.74	7.23	5.4600 <sup>a,b</sup>	1.24381
GRIJALVA-USUMACINTA	4	4.72	7.47	6.0475	1.12698
CALIFORNIA	1	4.75	4.75	4.7500	.
LOUISIANA	3	6.74	7.13	6.9567	.19858
SANGABRIEL	1	7.58	7.58	7.5800	.
TOTAL	186				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 74. Análisis de Varianza (ANOVA) para ANR en Machos FII.

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
ANR	Entre Regiones Hidrológicas	9.152	5	1.830	2.006	.080
	Dentro de Regiones Hidrológicas	156.043	171	.913		
	Total	165.195	176			

Tabla 75. Prueba de Duncan para ANR en Machos FII.

ANR MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	5.0077	
SINALOA	29	5.0897	
BAJACALIFNOROESTE	19	5.2079	
BRAVO-CONCHOS	97	5.2349	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	5.4600	5.4600
PRESIDIO-SANPEDRO	10		6.0980
Sig.		.247	.064

#### 8.4.2.7.- Comparación biométrica de la longitud de la areola (LA) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LA máxima (20.20 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la LA mínima (6.95 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos. (Tabla 76). Los valores promedio de LA entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=3.081$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 77). Y de acuerdo a la prueba de Duncan excepto las R.H. Sinaloa y Presidio San Pedro que difieren significativamente entre sí (Tabla 78).

Tabla 76. Estadísticas descriptivas de LA machos FII por Regiones Hidrológicas

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	8.76	15.76	12.1032 a,b	1.92594
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	9.30	15.80	11.3985 <sup>a</sup>	1.80288
BRAVO-CONCHOS	97	6.95	17.09	11.3400 <sup>a</sup>	2.54085
SINALOA	29	7.80	20.20	11.3172 <sup>a</sup>	3.09897
PRESIDIO-SANPEDRO	10	10.76	17.21	13.3630 <sup>b</sup>	2.22667
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	7.70	15.43	11.4500 <sup>a</sup>	2.78994
GRIJALVA-USUMACINTA	4	10.47	16.81	13.3625	2.83621
CALIFORNIA	1	8.54	8.54	8.5400	.
LOUISIANA	3	16.00	18.24	16.7467	1.29326
SANGABRIEL	1	17.28	17.28	17.2800	.
TOTAL	186				

a,b Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 77. Análisis de Varianza (ANOVA) para LA en Machos FII

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LA	Entre Regiones Hidrológicas	44.910	5	8.982	1.395	.229
	Dentro de Regiones Hidrológicas	1101.332	171	6.441		
	Total	1146.242	176			

Tabla 78. Prueba de Duncan para LA en Machos FII

LA MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
SINALOA	29	11.3172	
BRAVO-CONCHOS	97	11.3400	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	11.3985	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	11.4500	
BAJACALIFNOROESTE	19	12.1032	12.1032
PRESIDIO-SANPEDRO	10		13.3630
Sig.		.452	.168

#### 8.4.2.8.- Comparación biométrica de la anchura de la areola (AA) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la AA máxima (0.70 mm) fue observada en la Región Sinaloa y San Fernando Soto la Marina y la AA mínima (0.08 mm) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 79). Los valores promedio de AA entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=2.448$ ,  $p>0.05$ ) (Tablas 80). Excepto las R.H. Baja California Centro-Este y Presidio San Pedro que difieren entre sí (Tabla 81).

Tabla79.- Estadísticas descriptivas de AA machos FII por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	0.16	0.43	0.2742 <sup>a,b</sup>	0.0617
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	0.10	0.40	0.2585 <sup>a</sup>	0.1255
BRAVO-CONCHOS	97	0.08	0.84	0.3249 <sup>a,b,c</sup>	0.1329
SINALOA	29	0.10	0.70	0.2828 <sup>a,b</sup>	0.1536
PRESIDIO-SANPEDRO	10	0.26	0.55	0.4000 <sup>c</sup>	0.1162
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	0.25	0.70	0.3656 <sup>b,c</sup>	0.1454
GRIJALVA-USUMACINTA	4	0.26	0.41	0.3000	0.0734
CALIFORNIA	1	0.28	0.28	0.2800	.
LOUISIANA	3	0.20	0.28	0.2267	0.0461
SANGABRIEL	1	0.15	0.15	0.1500	.
TOTAL	186				

<sup>a,b,c</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 80. Análisis de Varianza (ANOVA) para AA en Machos FII

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
AA	Entre Regiones Hidrológicas	.208	5	.042	2.448	.036
	Dentro de Regiones Hidrológicas	2.906	171	.017		
	Total	3.114	176			

Tabla 81. Prueba de Duncan para AA en Machos FII

AA MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	.2585		
BAJACALIFNOROESTE	19	.2742	.2742	
SINALOA	29	.2828	.2828	
BRAVO-CONCHOS	97	.3249	.3249	.3249
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9		.3656	.3656
PRESIDIO-SANPEDRO	10			.4000
Sig.		.199	.075	.132

**8.4.2.9.- Comparación biométrica de la longitud pos-orbital (LPO) para machos FII por Regiones Hidrológicas.**

En la comparación biométrica la LPO máxima (97.60 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la LPO mínima (42.86) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 82).

Los valores promedio de LPO entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA (F=1.910, p>0.05) (Tabla 83). Excepto la R.H. Presidio San Pedro que difiere del resto de las Regiones Hidrológicas. (Tabla 84).

Tabla 82.- Estadísticas descriptivas de LPO machos FII por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	49.50	76.01	61.0458 <sup>a</sup>	7.89893
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	47.60	73.00	56.6123 <sup>a</sup>	7.16980
BRAVO-CONCHOS	97	42.86	82.85	60.7075 <sup>a</sup>	10.61729

SINALOA	29	43.70	97.60	58.8621 <sup>a</sup>	13.16319
PRESIDIO-SANPEDRO	10	58.73	88.80	69.4740 <sup>b</sup>	9.87318
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	43.93	80.49	61.6844 <sup>a</sup>	12.93521
GRIJALVA-USUMACINTA	4	55.56	83.23	66.4850	12.56182
CALIFORNIA	1	51.87	51.87	51.8700	.
LOUISIANA	3	75.60	83.92	78.5067	4.69235
SANGABRIEL	1	85.58	85.58	85.5800	.
TOTAL	186				

<sup>a,b,c</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 83. Análisis de Varianza (ANOVA) para LPO en Machos FII

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LPO	Entre Regiones Hidrológicas	1095.976	5	219.195	1.910	.095
	Dentro de Regiones Hidrológicas	19629.147	171	114.790		
	Total	20725.123	176			

Tabla 84. Prueba de Duncan para LPO en Machos FII.  
LPO MFI

Duncan <sup>a,b</sup>			
REGION HIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	56.6123	
SINALOA	29	58.8621	
BRAVO-CONCHOS	97	60.7075	
BAJACALIFNOROESTE	19	61.0458	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	61.6844	
PRESIDIO-SANPEDRO	10		69.4740
Sig.		.247	1.000

#### 8.4.2.10.- Comparación biométrica de la longitud del abdomen (LAB) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica, la LAB máxima (56.10 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la LAB mínima (25.82) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 85). Los valores promedio de LAB entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia

significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=2.434$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 86). De acuerdo a la prueba de Duncan excepto los ejemplares de Presidio San Pedro que difieren significativamente del resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 87).

Tabla 85. Estadísticas descriptivas de LAB machos FII por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	29.73	44.55	36.4305 <sup>a</sup>	4.40617
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	28.50	42.00	33.1977 <sup>a</sup>	3.86114
BRAVO-CONCHOS	97	25.82	48.69	35.8016 <sup>a</sup>	5.67028
SINALOA	29	21.20	56.10	34.2966 <sup>a</sup>	8.11495
PRESIDIO-SANPEDRO	10	35.57	51.75	41.1380 <sup>b</sup>	5.38458
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	25.99	45.30	36.0156 <sup>a</sup>	7.45079
GRIJALVA-USUMACINTA	4	33.60	47.90	39.4550	6.56844
CALIFORNIA	1	31.24	31.24	31.2400	.
LOUISIANA	3	41.00	50.08	44.6433	4.79829
SANGABRIEL	1	49.47	49.47	49.4700	.
TOTAL	186				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 86. Análisis de Varianza (ANOVA) para LAB en Machos FII

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LAB	Entre Regiones Hidrológicas	445.939	5	89.188	2.474	.034
	Dentro de Regiones Hidrológicas	6163.883	171	36.046		
	Total	6609.822	176			

Tabla 87. Prueba de Duncan para LAB en Machos FII.

LAB MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	33.1977	
SINALOA	29	34.2966	
BRAVO-CONCHOS	97	35.8016	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	36.0156	
BAJACALIFNOROESTE	19	36.4305	
PRESIDIO-SANPEDRO	10		41.1380
Sig.		.187	1.000

#### 8.4.2.11- Comparación biométrica de la anchura del abdomen (AAB) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la AAB máxima (19.10 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la LAB mínima (8.31) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 88). Los valores promedio de AAB entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.631$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 89). De acuerdo a la prueba de Duncan excepto los ejemplares de las R.H. Baja California Centro-Este y Presidio San Pedro que difieren significativamente entre sí (Tabla 90).

Tabla 88. Estadísticas descriptivas de AAB machos FII por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	9.77	16.27	12.8511 a,b	1.82472
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	10.00	15.60	12.0385 <sup>a</sup>	1.54085
BRAVO-CONCHOS	97	8.31	18.03	12.6621 <sup>a</sup>	2.21591
SINALOA	29	9.00	19.10	12.3586 <sup>a</sup>	2.61186
PRESIDIO-SANPEDRO	10	12.17	18.36	14.4140 <sup>b</sup>	1.90083
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	9.95	17.14	12.9756 a,b	2.48439
GRIJALVA-USUMACINTA	4	11.82	17.30	14.1050	2.46734

CALIFORNIA	1	10.20	10.20	10.2000	.
LOUISIANA	3	14.42	15.85	15.0900	.71924
SANGABRIEL	1	18.24	18.24	18.2400	.
TOTAL	186				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 89. Análisis de Varianza (ANOVA) para AAB en Machos FII.

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
AAB	Entre Regiones Hidrológicas	39.703	5	7.941	1.631	.154
	Dentro de Regiones Hidrológicas	832.714	171	4.870		
	Total	872.416	176			

Tabla 90. Prueba de Duncan para AAB en Machos FII.

AAB MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	12.0385	
SINALOA	29	12.3586	
BRAVO-CONCHOS	97	12.6621	
BAJACALIFNOROESTE	19	12.8511	12.8511
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	12.9756	12.9756
PRESIDIO-SANPEDRO	10		14.4140
Sig.		.300	.063

#### 8.4.2.12.- Comparación biométrica de la longitud de la quela (LQ) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LQ máxima (42.26 mm) fue observada en la Región Hidrológica Louisiana y la LQ mínima (10.06) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 91). Los valores promedio de LQ entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=0.947$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 92 y 93)

Tabla 91.- Estadísticas descriptivas de LQ machos FII por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	12.23	29.58	18.9684 <sup>a</sup>	4.39172
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	12.80	31.20	18.0769 <sup>a</sup>	5.13568
BRAVO-CONCHOS	97	10.06	39.97	20.5677 <sup>a</sup>	6.95532
SINALOA	29	10.40	39.60	19.3034 <sup>a</sup>	8.63922
PRESIDIO-SANPEDRO	10	17.00	33.76	23.3570 <sup>a</sup>	5.16282
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	10.93	38.33	20.9011 <sup>a</sup>	8.59813
GRIJALVA-USUMACINTA	4	13.85	33.43	21.9850	8.52863
CALIFORNIA	1	14.50	14.50	14.5000	.
LOUISIANA	3	33.99	42.26	37.0833	4.51148
SANGABRIEL	1	34.59	34.59	34.5900	.
TOTAL	186				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 91. Análisis de Varianza (ANOVA) para LQ en Machos FII.

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LQ	Entre Regiones Hidrológicas	227.866	5	45.573	.947	.452
	Dentro de Regiones Hidrológicas	8228.933	171	48.122		
	Total	8456.800	176			

Tabla 92. Prueba de Duncan para LQ en Machos FII.

LQ MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05
		1
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	18.0769
BAJACALIFNOROESTE	19	18.9684
SINALOA	29	19.3034
BRAVO-CONCHOS	97	20.5677
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	20.9011
PRESIDIO-SANPEDRO	10	23.3570
Sig.		.064

### 8.4.2.13.- Comparación biométrica de la longitud del dactilo (LD) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LD máxima (25.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Louisiana y la LD mínima (6.24) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 93). Los valores promedio de LD entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.005$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 94 y 95).

Tabla 93.- Estadísticas descriptivas de LD machos FII por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	7.21	17.65	11.0363	2.58466
			a		
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	6.70	19.20	10.7077 <sup>a</sup>	3.22089
BRAVO-CONCHOS	97	6.24	22.50	12.1870	4.12464
			a		
SINALOA	29	6.50	23.80	11.5069	5.11475
			a		
PRESIDIO-SANPEDRO	10	10.40	19.63	13.8680	3.02852
			a		
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	6.38	20.33	12.0033	4.44000
			a		
GRIJALVA-USUMACINTA	4	8.34	20.90	13.5300	5.53143
CALIFORNIA	1	9.11	9.11	9.1100	.
LOUISIANA	3	19.55	25.00	21.5167	3.02503
SANGABRIEL	1	20.33	20.33	20.3300	.
TOTAL	186				

<sup>a</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 94. Análisis de Varianza (ANOVA) para LD en Machos FII.

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LD	Entre Regiones Hidrológicas	83.803	5	16.761	1.005	.416
	Dentro de Regiones Hidrológicas	2850.707	171	16.671		
	Total	2934.510	176			

Tabla 95. Prueba de Duncan para LD en Machos FII.

LD MFI

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05
		1
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	10.7077
BAJACALIFNOROESTE	19	11.0363
SINALOA	29	11.5069
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	12.0033
BRAVO-CONCHOS	97	12.1870
PRESIDIO-SANPEDRO	10	13.8680
Sig.		.059

#### 8.4.2.14.- Comparación biométrica de la longitud de la palma (LP) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LP máxima (14.36 mm) fue observada en la Región Hidrológica Louisiana y la LP mínima (3.20) en la Región Hidrológica Sinaloa (Tabla 96). Los valores promedio de LP entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.341$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 97). De acuerdo a la prueba de Duncan Excepto los ejemplares de la R.H. Baja California Centro-Este y Presidio San Pedro que difieren significativamente entre ellas (Tabla 98).

Tabla 96.- Estadísticas descriptivas de LP machos FII por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	3.68	9.84	6.2532 <sup>a,b</sup>	1.57968
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	4.30	8.70	5.8169 <sup>a</sup>	1.45054
BRAVO-CONCHOS	97	3.53	14.24	6.9094 <sup>a,b</sup>	2.29547
SINALOA	29	3.20	12.70	6.2862 <sup>a,b</sup>	2.90157
PRESIDIO-SANPEDRO	10	5.27	11.68	7.7670 <sup>b</sup>	2.03246
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	4.29	13.94	7.1611 <sup>a,b</sup>	3.14101
GRIJALVA-USUMACINTA	4	4.64	11.18	7.4375	2.80911
CALIFORNIA	1	5.47	5.47	5.4700	.
LOUISIANA	3	11.04	14.36	12.4667	1.70849
SANGABRIEL	1	11.79	11.79	11.7900	.
TOTAL	186				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 97. Análisis de Varianza (ANOVA) para LP en Machos FII.

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
LP	Entre Regiones Hidrológicas	36.392	5	7.278	1.341	.249
	Dentro de Regiones Hidrológicas	927.846	171	5.426		
	Total	964.238	176			

Tabla 98. Prueba de Duncan para LP en Machos FII.

LP MFI			
Duncan <sup>a,b</sup>			
REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	5.8169	
BAJACALIFNOROESTE	19	6.2532	6.2532
SINALOA	29	6.2862	6.2862
BRAVO-CONCHOS	97	6.9094	6.9094
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	7.1611	7.1611
PRESIDIO-SANPEDRO	10		7.7670
Sig.		.156	.109

#### 8.4.2.15.- Comparación biométrica de la anchura de la palma (ANP) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ANP máxima (13.07 mm) fue observada en la Región Hidrológica Louisiana y la LP mínima (2.30) en la Región Hidrológica Sinaloa (Tabla 99). Los valores promedio de ANP entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.815$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 100). Excepto los ejemplares de la R.H. Baja California Centro-Este y Presidio San Pedro que difieren significativamente entre ellas (Tabla 101).

Tabla 99. Estadísticas descriptivas de ANP machos FII por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	2.83	8.91	5.3989 <sup>a,b</sup>	1.45126
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	3.10	8.10	4.8762 <sup>a</sup>	1.49991
BRAVO-CONCHOS	97	2.58	11.32	5.9608 <sup>a,b</sup>	2.17566
SINALOA	29	2.30	11.40	5.2483 <sup>a,b</sup>	2.75443
PRESIDIO-SANPEDRO	10	5.04	10.79	6.9640 <sup>b</sup>	1.85230
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	3.60	11.65	6.5156 <sup>a,b</sup>	2.72304
GRIJALVA-USUMACINTA	4	4.21	12.39	7.5350	3.54951
CALIFORNIA	1	4.10	4.10	4.1000	.

LOUISIANA	3	9.33	13.07	10.8000	1.99422
SANGABRIEL	1	10.78	10.78	10.7800	.
TOTAL	186				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 100. Análisis de Varianza (ANOVA) para ANP en Machos FII.

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
ANP	Entre Regiones Hidrológicas	43.624	5	8.725	1.815	.112
	Dentro de Regiones Hidrológicas	821.954	171	4.807		
	Total	865.577	176			

Tabla 101. Prueba de Duncan para ANP en Machos FII.

**ANP MFI**

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	4.8762	
SINALOA	29	5.2483	5.2483
BAJACALIFNOROESTE	19	5.3989	5.3989
BRAVO-CONCHOS	97	5.9608	5.9608
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	6.5156	6.5156
PRESIDIO-SANPEDRO	10		6.9640
Sig.		.064	.052

**8.4.2.16.- Comparación biométrica de la altura de la palma (ALP) para machos FII por Regiones Hidrológicas.**

En la comparación biométrica la ALP máxima (8.09 mm) fue observada en la Región Hidrológica Louisiana y la ALP mínima (1.34 mm) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 102). Los valores promedio de ALP entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.482$ ,  $p>0.05$ ) (Tablas 103 y 104).

Tabla 102. Estadísticas descriptivas de ALP machos FII por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	19	1.64	5.63	3.4879 <sup>a</sup>	.98568
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	2.10	5.30	3.1623 <sup>a</sup>	.90349
BRAVO-CONCHOS	97	1.34	7.19	3.7838 <sup>a</sup>	1.38753
SINALOA	29	1.50	7.50	3.3000 <sup>a</sup>	1.71610
PRESIDIO-SANPEDRO	10	2.91	6.90	4.2450 <sup>a</sup>	1.26840
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	1.87	7.60	4.1400 <sup>a</sup>	1.79264
GRIJALVA-USUMACINTA	4	2.70	6.65	4.1600	1.86446
CALIFORNIA	1	2.69	2.69	2.6900	.
LOUISIANA	3	5.92	8.09	6.6700	1.23041
SANGABRIEL	1	6.55	6.55	6.5500	.
TOTAL	186				

<sup>a</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 103. Análisis de Varianza (ANOVA) para ALP en Machos FII.

		Suma de cuadrados	df	Promedio de Cuadrados	F	Sig.
ALP	Entre Regiones Hidrológicas	14.502	5	2.900	1.482	.198
	Dentro de Regiones Hidrológicas	334.755	171	1.958		
	Total	349.256	176			

Tabla 104. Prueba de Duncan para ALP en Machos FII.

Duncan <sup>a,b</sup>		
REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05
		1
BAJACALIFCENTRO-ESTE	13	3.1623
SINALOA	29	3.3000
BAJACALIFNOROESTE	19	3.4879
BRAVO-CONCHOS	97	3.7838
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	9	4.1400
PRESIDIO-SANPEDRO	10	4.2450
Sig.		.059

### 8.4.3.- ESTADISTICAS DESCRIPTIVAS PARA HEMBRAS POR REGIONES HIDROLOGICAS.

#### 8.4.3.1.- Comparación biométrica de la LT para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LT máxima (125.00 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la LT mínima (50 mm) en la Región Hidrológica Baja California Noroeste (Tabla 105). Los valores promedio de LT entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=4.335$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 106) entre las Regiones Hidrológicas Presidio San Pedro y Sinaloa (Tabla 107).

Tabla 105. Tabla de estadísticas descriptivas de LT hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	50	101	77.56 <sup>b</sup>	13.651
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	55	94	70.36 <sup>a,b</sup>	12.222
SONORA	1	71	71	70.86	.
BRAVO-CONCHOS	130	51	125	75.44 <sup>a,b</sup>	15.730

SINALOA	31	51	97	67.52 <sup>a</sup>	14.301
PRESIDIO-SANPEDRO	18	64	105	85.77 <sup>c</sup>	11.419
AGUANAVAL	1	93	93	93.00	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	53	101	76.89 <sup>b</sup>	15.889
GRIJALVA-USUMACINTA	3	59	68	65.13	5.117
CALIFORNIA	4	67	93	82.67	11.582
LOUISIANA	3	87	100	94.02	6.585
SANGABRIEL	4	77	107	95.81	13.650
Total	287				

a,b,c Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 106. Análisis de Varianza (ANOVA) para LONGTOT en Hembras.

		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
LONGTOT	Entre Regiones Hidrológicas	4681.826	5	936.365	4.335	.001
	Dentro de Regiones Hidrológicas	57237.919	265	215.992		
	Total	61919.745	270			

Tabla 107. Prueba de Duncan para LONGTOT en Hembras.

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
SINALOA	31	67.52		
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	70.36	70.36	
BRAVO-CONCHOS	130	75.44	75.44	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18		76.89	
BAJACALIFNOROESTE	53		77.56	
PRESIDIO-SANPEDRO	18			85.77
Sig.		.059	.098	1.000

#### 8.4.3.2.- Comparación biométrica de la longitud del cefalotórax (LC) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LC máxima (63.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la LC mínima (24.65 mm) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 108). Los valores promedio de LC entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=3.765$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 109)

mostrando que la R.H. Presidio San Pedro difiere del resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 108).

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	24.87	51.63	39.2275	7.49010
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	27.80	47.50	35.7524	5.96696
SONORA	1	35.30	35.30	35.3000	.
BRAVO-CONCHOS	130	24.65	63.00	37.3068	8.13898
SINALOA	31	26.30	51.00	34.8645	7.78672
PRESIDIO-SANPEDRO	18	30.40	54.03	43.6256	6.46237
AGUANAVAL	1	47.50	47.50	47.5000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	25.25	50.61	38.2478	8.10560
GRIJALVA-USUMACINTA	3	29.68	34.69	32.8600	2.76440
CALIFORNIA	4	34.95	48.41	42.8450	5.71708
LOUISIANA	3	46.00	54.31	50.7700	4.28937
SANGABRIEL	4	38.30	54.64	48.7000	7.52470
Total	287				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 109. Análisis de Varianza (ANOVA) para LC en Hembras.

		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
LC	Entre Regiones Hidrológicas	1108.952	5	221.790	3.715	.003
	Dentro de Regiones Hidrológicas	15820.579	265	59.700		
	Total	16929.530	270			

Tabla 110. Prueba de Duncan para LC en Hembras.

LC HEMBRAS			
Duncan <sup>a,b</sup>			
REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
SINALOA	31	34.8645	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	35.7524	
BRAVO-CONCHOS	130	37.3068	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	38.2478	
BAJACALIFNOROESTE	53	39.2275	
PRESIDIO-SANPEDRO	18		43.6256
Sig.		.062	1.000

#### 8.4.3.3.- Comparación biométrica de la altura del cefalotórax (ALC) para machos hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica, la ALC máxima (29.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la ALC mínima (9.78 mm) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 111). Los valores promedio de ALC entre las Regiones hidrológicas no presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=1.526$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 112), Excepto la R.H. Sinaloa presentó diferencias significativa con R.H. Presidio San Pedro (Tabla 113).

Tabla 111. Estadísticas descriptivas de ALC hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	9.93	23.70	17.0815	3.75422
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	11.92	20.80	16.3771	2.70905
SONORA	1	16.21	16.21	16.2100	.
BRAVO-CONCHOS	130	9.78	29.00	16.1609	4.05555
SINALOA	31	10.20	23.40	15.5613	3.73030
PRESIDIO-SANPEDRO	18	13.68	24.64	18.1578	2.67472
AGUANAVAL	1	22.60	22.60	22.6000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	10.96	23.17	16.5572	3.88308

GRIJALVA-USUMACINTA	3	10.81	14.09	12.6967	1.69474
CALIFORNIA	4	14.70	21.13	18.4700	2.74839
LOUISIANA	3	19.00	24.40	22.1333	2.80238
SANGABRIEL	4	15.30	25.21	21.5850	4.42383
Total	287				

<sup>a,b</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 112. Análisis de Varianza (ANOVA) para ALC en Hembras.

		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
ALC	Entre Regiones Hidrológicas	109.299	5	21.860	1.526	.182
	Dentro de Regiones Hidrológicas	3796.805	265	14.328		
	Total	3906.103	270			

Tabla 113. Prueba de Duncan para ALC en Hembras.

REGION HIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
SINALOA	31	15.5613	
BRAVO-CONCHOS	130	16.1609	16.1609
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	16.3771	16.3771
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	16.5572	16.5572
BAJACALIFNOROESTE	53	17.0815	17.0815
PRESIDIO-SANPEDRO	18		18.1578
Sig.		.190	.082

#### 8.4.3.4.- Comparación biométrica de la altura del cefalotórax (ANC) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ANC máxima (30.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la ANC mínima (10.79 mm) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 114). Los valores promedio de ANC entre las Regiones

hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=4.210$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 115) mostrando que la R.H. Presidio San Pedro difiere del resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 116).

Tabla 114. Estadísticas descriptivas de ANC hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	10.90	23.08	17.5828 <sup>b</sup>	3.50504
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	12.00	22.20	16.1052 <sup>a,b</sup>	3.05743
SONORA	1	15.93	15.93	15.9300	.
BRAVO-CONCHOS	130	10.79	30.00	16.9804 <sup>a,b</sup>	4.04095
SINALOA	31	10.90	22.60	15.3129 <sup>a</sup>	3.70214
PRESIDIO-SANPEDRO	18	13.40	25.16	20.1483 <sup>c</sup>	3.24857
AGUANAVAL	1	22.20	22.20	22.2000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	10.89	23.15	17.2528 <sup>a,b</sup>	3.99714
GRIJALVA-USUMACINTA	3	13.32	16.70	15.5400	1.92323
CALIFORNIA	4	15.32	21.63	19.0375	2.76083
LOUISIANA	3	20.00	24.14	22.3800	2.13850
SANGABRIEL	4	17.02	24.82	22.0150	3.55037
Total	287				

<sup>a,b,c</sup> Subgrupos de medias iguales formados tras la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Tabla 115. Análisis de Varianza (ANOVA) para ANC en Hembras.

		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
ANC	Entre Regiones Hidrológicas	301.409	5	60.282	4.210	.001
	Dentro de Regiones Hidrológicas	3794.457	265	14.319		
	Total	4095.866	270			

Tabla 116. Prueba de Duncan para ANC en Hembras.

ANC HEMBRAS

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
SINALOA	31	15.3129		
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	16.1052	16.1052	
BRAVO-CONCHOS	130	16.9804	16.9804	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	17.2528	17.2528	
BAJACALIFNOROESTE	53		17.5828	
PRESIDIO-SANPEDRO	18			20.1483
Sig.		.083	.190	1.000

#### 8.4.3.5.- Comparación biométrica de la longitud del rostro (LBR) para machos FII por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LBR máxima (18.41 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la LBR mínima (6.42 mm) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 117). Los valores promedio de LBR entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=8.959$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 118) mostrando que la R.H. Presidio San Pedro difiere del resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 119).

Tabla 117. Estadísticas descriptivas de LBR hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	7.24	15.62	11.2887	2.07708
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	8.83	13.70	10.8490	1.56765
SONORA	1	10.84	10.84	10.8400	.
BRAVO-CONCHOS	130	6.42	18.41	10.1422	2.27478
SINALOA	31	8.10	16.40	10.7452	2.22873
PRESIDIO-SANPEDRO	18	10.10	17.41	13.5806	1.99341
AGUANAVAL	1	14.10	14.10	14.1000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	7.24	14.88	10.9050	2.08409
GRIJALVA-USUMACINTA	3	9.16	10.95	10.2767	.97388
CALIFORNIA	4	12.05	14.43	13.1875	.97421

LOUISIANA	3	13.00	16.67	15.2233	1.95439
SANGABRIEL	4	11.58	15.84	13.9000	1.85413
Total	287				

Tabla 118. Análisis de Varianza (ANOVA) para LBR en Hembras.

**ANOVA HEMBRAS**

		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
LBR	Entre Regiones Hidrológicas	208.155	5	41.631	8.959	.000
	Dentro de Regiones Hidrológicas	1231.428	265	4.647		
	Total	1439.583	270			

Tabla 119. Prueba de Duncan para LBR en Hembras.

**LBR HEMBRAS**

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
BRAVO-CONCHOS	130	10.1422	
SINALOA	31	10.7452	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	10.8490	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	10.9050	
BAJACALIFNOROESTE	53	11.2887	
PRESIDIO-SANPEDRO	18		13.5806
Sig.		.079	1.000

#### 8.4.3.6.- Comparación biométrica de la anchura del rostro (ANR) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ANR máxima (9.0 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la ANR mínima (3.38 mm) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos. (Tabla 120). Los valores promedio de ANR entre las

Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA (F=4.518 p>0.05) (Tabla 121), mostrando que la R.H. Presidio San Pedro difiere del resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 122).

Tabla 120. Estadísticas descriptivas de ANR hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	3.63	8.13	6.0398	1.12929
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	4.00	7.70	5.5367	1.01269
SONORA	1	5.59	5.59	5.5900	.
BRAVO-CONCHOS	130	3.38	9.00	5.6908	1.19533
SINALOA	31	3.90	7.90	5.2645	1.12028
PRESIDIO-SANPEDRO	18	4.73	8.65	6.7261	1.05807
AGUANAVAL	1	7.40	7.40	7.4000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	3.80	7.70	5.7961	1.24822
GRIJALVA-USUMACINTA	3	5.00	5.58	5.2667	.29280
CALIFORNIA	4	5.41	7.88	6.6325	1.04385
LOUISIANA	3	7.00	7.38	7.1267	.21939
SANGABRIEL	4	5.99	8.86	7.5100	1.20905
Total	287				

Tabla 121. Análisis de Varianza (ANOVA) para ANR en Hembras.

ANOVA HEMBRAS

		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
ANR	Entre Regiones Hidrológicas	30.201	5	6.040	4.518	.001
	Dentro de Regiones Hidrológicas	354.311	265	1.337		
	Total	384.512	270			

Tabla 122. Prueba de Duncan para ANR en Hembras.

ANR HEMBRAS

REGION HIDROLÓGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
SINALOA	31	5.2645		
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	5.5367	5.5367	
BRAVO-CONCHOS	130	5.6908	5.6908	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	5.7961	5.7961	
BAJACALIFNOROESTE	53		6.0398	
PRESIDIO-SANPEDRO	18			6.7261
Sig.		.121	.143	1.000

#### 8.4.3.7.- Comparación biométrica de la longitud de la areola (LA) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LA máxima (22.50 mm) fue observada en la Región Sinaloa y la LA mínima (7.69mm) en la Región Hidrológica San Pedro-Soto La Marina. (Tabla 123). Los valores promedio de LA entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=5.232$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 124) pudo observarse que las R.H. Presidio San Pedro y Sinaloa difiere entre sí (Tabla 125).

Tabla 123. Estadísticas descriptivas de LA en hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	7.70	19.04	13.8774	2.96508
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	8.80	17.20	12.5819	2.36108
SONORA	1	11.45	11.45	11.4500	.
BRAVO-CONCHOS	130	7.80	22.50	12.3915	3.22157
SINALOA	31	7.90	17.60	11.4000	3.07192
PRESIDIO-SANPEDRO	18	9.90	19.14	15.1528	2.62076
AGUANAVAL	1	16.40	16.40	16.4000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	7.69	18.13	13.0067	3.23731
GRIJALVA-USUMACINTA	3	10.24	11.84	11.3033	.92089
CALIFORNIA	4	10.87	16.59	14.8000	2.65108
LOUISIANA	3	17.00	18.30	17.7667	.68069
SANGABRIEL	4	13.21	19.55	17.1975	2.90674
Total	287				

Tabla 124. Análisis de Varianza (ANOVA) para LA en Hembras.

		ANOVA HEMBRAS				
		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
LA	Entre Regiones Hidrológicas	245.366	5	49.073	5.232	.000
	Dentro de Regiones Hidrológicas	2485.518	265	9.379		
	Total	2730.885	270			

Tabla 125. Prueba de Duncan para LA en Hembras.

LA HEMBRAS				
Duncan <sup>a,b</sup>				
REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
SINALOA	31	11.4000		
BRAVO-CONCHOS	130	12.3915	12.3915	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	12.5819	12.5819	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	13.0067	13.0067	
BAJACALIFNOROESTE	53		13.8774	13.8774
PRESIDIO-SANPEDRO	18			15.1528
Sig.		.076	.102	.123

#### 8.4.3.8.-.- Comparación biométrica de la anchura de la areola (AA) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la AA máxima (1.17 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la AA mínima (0.10 mm) en las Regiones Hidrológicas Baja California Noroeste, Baja California Centro-Este, Bravo-Conchos y Sinaloa (Tabla 126). Los valores promedio de AA entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA (F=2.692, p>0.05) (Tabla 127), mostrando que la R.H. Sinaloa difiere del Resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 128).

Tabla 126.- Estadísticas descriptivas de AA hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	0.10	0.53	0.3006	0.09336
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	0.10	0.50	0.2962	0.09646
SONORA	1	0.27	0.27	0.2700	.
BRAVO-CONCHOS	130	0.10	1.17	0.3526	0.16594
SINALOA	31	0.10	0.50	0.2774	0.12030
PRESIDIO-SANPEDRO	18	0.21	0.65	0.3794	0.11770
AGUANAVAL	1	0.50	0.50	0.5000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	0.12	0.88	0.3511	0.17646
GRIJALVA-USUMACINTA	3	0.21	0.34	0.2767	0.06506
CALIFORNIA	4	0.24	0.27	0.2625	0.01500
LOUISIANA	3	0.20	0.24	0.2133	0.02309
SANGABRIEL	4	0.18	0.38	0.3025	0.08808
Total	287				

Tabla 127. Análisis de Varianza (ANOVA) para AA en Hembras.

**ANOVA HEMBRAS**

		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
AA	Entre Regiones Hidrológicas	.274	5	.055	2.692	.022
	Dentro de Regiones Hidrológicas	5.391	265	.020		
	Total	5.664	270			

Tabla 128. Prueba de Duncan para AA en Hembras.

**AA HEMBRAS**

Duncan<sup>a,b</sup>

REGION HIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
SINALOA	31	.2774	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	.2962	.2962
BAJACALIFNOROESTE	53	.3006	.3006
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	.3511	.3511
BRAVO-CONCHOS	130	.3526	.3526
PRESIDIO-SANPEDRO	18	.3794	
Sig.		.082	.053

#### 8.4.3.9.- Comparación biométrica de la longitud pos-orbital (LPO) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LPO máxima (111.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la LPO mínima (44.19) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 129). Los valores promedio de LPO entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=4.460$ ,  $p>0.05$ ) (Tablas 130) mostrando que la R.H. Presidio San Pedro difiere con el resto de la Regiones Hidrológicas excepto con Baja California Noroeste. (Tabla 131).

Tabla 129.- Estadísticas descriptivas de LPO hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	44.19	88.60	69.8243	12.03258
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	48.30	84.70	63.2295	10.76330
SONORA	1	63.07	63.07	63.0700	.
BRAVO-CONCHOS	130	45.07	111.00	66.8405	13.94921
SINALOA	31	45.00	87.20	60.2194	12.66877
PRESIDIO-SANPEDRO	18	57.60	92.25	76.4217	10.34352
AGUANAVAL	1	83.80	83.80	83.8000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	46.59	89.88	68.7222	14.38835
GRIJALVA-USUMACINTA	3	53.53	59.69	57.1700	3.22912
CALIFORNIA	4	62.97	84.97	75.7575	9.65700
LOUISIANA	3	77.00	92.19	85.7300	7.84530
SANGABRIEL	4	67.98	94.83	85.3950	12.48554
Total	287				

Tabla 130. Análisis de Varianza (ANOVA) para LPO en Hembras.

		ANOVA HEMBRAS				
		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
LPO	Entre Regiones Hidrológicas	3795.174	5	759.035	4.460	.001
	Dentro de Regiones Hidrológicas	45099.726	265	170.188		
	Total	48894.900	270			

Tabla 131. Prueba de Duncan para LPO en Hembras.

LPO HEMBRAS				
Duncan <sup>a, b</sup>				
REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
SINALOA	31	60.2194		
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	63.2295	63.2295	
BRAVO-CONCHOS	130	66.8405	66.8405	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18		68.7222	
BAJACALIFNOROESTE	53		69.8243	69.8243
PRESIDIO-SANPEDRO	18			76.4217
Sig.		.075	.088	.061

#### 8.4.3.10.-.- Comparación biométrica de la longitud del abdomen (LAB) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LAB máxima (65.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la LAB mínima (24.90) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 132). Los valores promedio de LAB entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=5.280$ ,  $p>0.05$ ) (Tablas 133) mostrando que las R.H. Presidio San Pedro y Sinaloa difiere entre sí y del resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 134).

Tabla 132.- Estadísticas descriptivas de LAB hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	26.07	53.15	41.1398	6.76728
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	30.03	49.80	37.5395	6.12470
SONORA	1	35.86	35.86	35.8600	.
BRAVO-CONCHOS	130	24.90	65.00	39.5687	7.77177
SINALOA	31	27.10	50.40	35.1484	6.79945
PRESIDIO-SANPEDRO	18	34.48	52.98	45.1422	5.71027
AGUANAVAL	1	49.80	49.80	49.8000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	26.85	52.24	40.4578	8.18244
GRIJALVA-USUMACINTA	3	31.47	37.85	35.0367	3.25603
CALIFORNIA	4	39.21	52.50	45.4800	5.89879
LOUISIANA	3	41.00	54.12	46.0400	7.06858
SANGABRIEL	4	41.46	55.54	50.3925	6.44069
Total	287				

Tabla 133. Análisis de Varianza (ANOVA) para LAB en Hembras.

ANOVA HEMBRAS						
		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
LAB	Entre Regiones Hidrológicas	1394.922	5	278.984	5.280	.000
	Dentro de Regiones Hidrológicas	14002.776	265	52.841		
	Total	15397.698	270			

Tabla 134. Prueba de Duncan para LAB en Hembras.

LAB HEMBRAS				
Duncan <sup>a,b</sup>				
REGION HIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
SINALOA	31	35.1484		
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	37.5395	37.5395	
BRAVO-CONCHOS	130		39.5687	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18		40.4578	
BAJACALIFNOROESTE	53		41.1398	
PRESIDIO-SANPEDRO	18			45.1422
Sig.		.223	.094	1.000

#### 8.4.3.11.- Comparación biométrica de la anchura del abdomen (AAB) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la AAB máxima 24.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la LAB mínima (8.29) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 135). Los valores promedio de AAB entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=3.407$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 136) mostrando que las R.H. Presidio San Pedro y Sinaloa difieren entre sí (Tabla 137).

Tabla 135.- Estadísticas descriptivas de AAB hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	9.86	20.08	15.2098	3.04480
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	9.70	18.50	13.7271	2.68691
SONORA	1	13.48	13.48	13.4800	.
BRAVO-CONCHOS	130	8.29	24.00	14.4679	3.27192
SINALOA	31	9.50	19.20	12.9226	2.98292
PRESIDIO-SANPEDRO	18	11.78	19.61	16.1622	2.63772
AGUANAVAL	1	17.60	17.60	17.6000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	9.78	19.41	14.5378	3.38026
GRIJALVA-USUMACINTA	3	11.25	12.54	12.0967	.73351
CALIFORNIA	4	13.59	17.70	16.0500	1.75626
LOUISIANA	3	16.00	19.00	17.9500	1.69041
SANGABRIEL	4	14.64	19.69	18.0275	2.35596
Total	287				

Tabla 136. Análisis de Varianza (ANOVA) para LAB en Hembras.

		ANOVA HEMBRAS				
		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
AAB	Entre Regiones Hidrológicas	166.271	5	33.254	3.407	.005
	Dentro de Regiones Hidrológicas	2586.928	265	9.762		
	Total	2753.199	270			

Tabla 137. Prueba de Duncan para AAB en Hembras.

AAB HEMBRAS				
Duncan <sup>a,b</sup>				
REGION HIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
SINALOA	31	12.9226		
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	13.7271	13.7271	
BRAVO-CONCHOS	130	14.4679	14.4679	14.4679
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	14.5378	14.5378	14.5378
BAJACALIFNOROESTE	53		15.2098	15.2098
PRESIDIO-SANPEDRO	18			16.1622
Sig.		.080	.110	.066

### 8.3.1.5.1.- Comparación biométrica de la longitud de la quela (LQ) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LQ máxima (49.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la LQ mínima (10.57) en la Región Hidrológica Bravo-Conchos (Tabla 138). Los valores promedio de LQ entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=2.873$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 139) mostrando que las R.H. Presidio San Pedro y Sinaloa difiere entre sí (Tabla 140).

Tabla 138.- Estadísticas descriptivas de LQ hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	10.80	41.29	23.2745	8.67914
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	12.50	38.10	20.8200	7.40065
SONORA	1	18.27	18.27	18.2700	.
BRAVO-CONCHOS	130	10.57	49.00	21.8667	8.39654
SINALOA	31	11.40	35.00	17.9355	7.23775
PRESIDIO-SANPEDRO	18	15.01	38.12	26.2850	7.24599
AGUANAVAL	1	35.30	35.30	35.3000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	11.69	37.55	22.1106	8.11154
GRIJALVA-USUMACINTA	3	12.64	15.61	14.4033	1.56129
CALIFORNIA	4	18.55	32.57	27.0525	6.18693
LOUISIANA	3	36.00	38.79	37.5967	1.43807
SANGABRIEL	4	21.79	37.87	31.4500	6.86539
Total	287				

Tabla 139. Análisis de Varianza (ANOVA) para LQ en Hembras.

ANOVA HEMBRAS						
		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
LQ	Entre Regiones Hidrológicas	958.800	5	191.760	2.873	.015
	Dentro de Regiones Hidrológicas	17689.840	265	66.754		
	Total	18648.640	270			

Tabla 140. Prueba de Duncan para LQ en Hembras.

LQ HEMBRAS				
Duncan <sup>a,b</sup>				
REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
SINALOA	31	17.9355		
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	20.8200	20.8200	
BRAVO-CONCHOS	130	21.8667	21.8667	21.8667
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	22.1106	22.1106	22.1106
BAJACALIFNOROESTE	53		23.2745	23.2745
PRESIDIO-SANPEDRO	18			26.2850
Sig.		.084	.316	.067

### 8.3.1.5.2.- Comparación biométrica de la longitud del dactilo (LD) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LD máxima (30.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la LD mínima (4.60) fue observada en la Región Hidrológica Baja California Noroeste (Tabla 141). Los valores promedio de LD entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=2.623$ ,  $p>0.05$ ) (Tablas 142) mostrando que las R.H. Presidio San Pedro y Sinaloa difieren entre sí (Tabla 143).

Tabla 141.- Estadísticas descriptivas de LD hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	4.60	26.49	13.7891	5.50097
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	6.00	24.00	12.4538	4.99351
SONORA	1	10.72	10.72	10.7200	.
BRAVO-CONCHOS	130	5.72	30.00	13.0312	5.12539
SINALOA	31	6.70	21.20	10.8613	4.31298
PRESIDIO-SANPEDRO	18	8.42	23.36	15.9094	4.39961
AGUANAVAL	1	20.80	20.80	20.8000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	6.86	20.76	13.2589	4.65302
GRIJALVA-USUMACINTA	3	7.55	9.53	8.5033	.99203
CALIFORNIA	4	10.88	19.48	16.0525	3.85119
LOUISIANA	3	21.00	23.31	22.4367	1.25381
SANGABRIEL	4	12.90	23.70	19.0425	4.49176
Total	287				

Tabla 142. Análisis de Varianza (ANOVA) para LD en Hembras.

		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
LD	Entre Regiones Hidrológicas	332.429	5	66.486	2.623	.025
	Dentro de Regiones Hidrológicas	6716.210	265	25.344		
	Total	7048.639	270			

Tabla 143. Prueba de Duncan para LD en Hembras.

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
SINALOA	31	10.8613	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	12.4538	
BRAVO-CONCHOS	130	13.0312	13.0312
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	13.2589	13.2589
BAJACALIFNOROESTE	53	13.7891	13.7891
PRESIDIO-SANPEDRO	18		15.9094
Sig.		.054	.052

### 8.3.1.5.3.- Comparación biométrica de la longitud de la palma (LP) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la LP máxima (18.46 mm) fue observada en la Región Hidrológica San Fernando-Soto La Marina y la LP mínima (3.20) en la Región Hidrológica Sinaloa y Baja California Noroeste (Tabla 144). Los valores promedio de LP entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=2.719$ ,  $p>0.05$ ) (Tablas 145) mostrando que las R.H. Presidio San Pedro y Sinaloa difieren entre sí (Tabla 146).

Tabla 144. Estadísticas descriptivas de LP hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	3.20	13.49	7.5006	2.74477
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	4.19	12.50	6.8995	2.49874
SONORA	1	6.34	6.34	6.3400	.
BRAVO-CONCHOS	130	3.57	18.00	7.4581	2.92591
SINALOA	31	3.20	12.30	5.8065	2.55381
PRESIDIO-SANPEDRO	18	4.51	12.27	8.6739	2.47534
AGUANAVAL	1	11.80	11.80	11.8000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	3.82	18.46	8.2622	5.73780
GRIJALVA-USUMACINTA	3	3.89	5.36	4.7733	.77861
CALIFORNIA	4	6.18	11.41	9.2550	2.34825
LOUISIANA	3	12.00	14.00	13.0000	1.00000
SANGABRIEL	4	7.24	11.50	10.2425	2.01386
Total	287				

Tabla 145. Análisis de Varianza (ANOVA) para LP en Hembras.

ANOVA HEMBRAS

	Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
LP					
Entre Regiones Hidrológicas	127.276	5	25.455	2.719	.020
Dentro de Regiones Hidrológicas	2480.497	265	9.360		
Total	2607.773	270			

Tabla 146. Prueba de Duncan para LD en Hembras.

LP HEMBRAS

Duncan<sup>a,b</sup>

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05	
		1	2
SINALOA	31	5.8065	
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	6.8995	6.8995
BRAVO-CONCHOS	130	7.4581	7.4581
BAJACALIFNOROESTE	53	7.5006	7.5006
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18		8.2622
PRESIDIO-SANPEDRO	18		8.6739
Sig.		.060	.055

#### 8.3.1.5.4.- Comparación biométrica de la anchura de la palma (ANP) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ANP máxima (18.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la ANP mínima (2.60) en la Región Hidrológica Sinaloa (Tabla 147). Los valores promedio de ANP entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA ( $F=3.948$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 148) mostrando que las R.H. Presidio San Pedro difieren entre sí y con Bravo-Conchos y Soto La Marina (Tabla 149).

Tabla 147.- Estadísticas descriptivas de ANP hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	2.90	14.44	7.4347	3.31428
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	3.50	12.50	6.7352	2.81270
SONORA	1	5.62	5.62	5.6200	.
BRAVO-CONCHOS	130	2.70	18.00	7.1734	3.19816
SINALOA	31	2.60	13.40	5.1258	2.95995
PRESIDIO-SANPEDRO	18	3.74	13.63	8.9989	2.91919
AGUANAVAL	1	11.80	11.80	11.8000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	3.11	13.45	7.2039	3.10701
GRIJALVA-USUMACINTA	3	3.23	5.20	4.3000	.99594
CALIFORNIA	4	6.40	11.84	9.4650	2.36064
LOUISIANA	3	11.00	13.67	12.5567	1.38911
SANGABRIEL	4	6.63	13.26	10.8725	2.91802
Total	287				

Tabla 148. Análisis de Varianza (ANOVA) para ANP en Hembras.

		ANOVA HEMBRAS				
		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
ANP	Entre Regiones Hidrológicas	195.238	5	39.048	3.948	.002
	Dentro de Regiones Hidrológicas	2620.674	265	9.889		
	Total	2815.912	270			

Tabla 149. Prueba de Duncan para ANP en Hembras.

ANP HEMBRAS				
Duncan <sup>a,b</sup>				
REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
SINALOA	31	5.1258		
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	6.7352	6.7352	
BRAVO-CONCHOS	130		7.1734	
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18		7.2039	
BAJACALIFNOROESTE	53		7.4347	7.4347
PRESIDIO-SANPEDRO	18			8.9989
Sig.		.058	.460	.066

#### 8.3.1.5.4.- Comparación biométrica de la altura de la palma (ALP) para hembras por Regiones Hidrológicas.

En la comparación biométrica la ALP máxima (11.00 mm) fue observada en la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la ALP mínima (1.40) en la Región Hidrológica Sinaloa (tabla 150). Los valores promedio de ALP entre las Regiones hidrológicas presentaron diferencia significativa de acuerdo al ANOVA (F=3.936, p>0.05) (Tablas 151) mostrando que las R.H. Sinaloa difiere del resto de las Regiones Hidrológicas (Tabla 152).

Tabla 150.- Estadísticas descriptivas de ALP hembras por Regiones Hidrológicas.

Región Hidrológica	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
BAJACALIFNOROESTE	53	1.96	8.75	4.5991	1.98745
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	2.10	7.70	4.1143	1.64021
SONORA	1	3.71	3.71	3.7100	.
BRAVO-CONCHOS	130	1.57	11.00	4.4466	1.95897
SINALOA	31	1.40	7.50	3.1516	1.67429
PRESIDIO-SANPEDRO	18	1.75	7.81	5.3950	1.73047
AGUANAVAL	1	7.60	7.60	7.6000	.
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18	2.07	8.07	4.5422	1.85587
GRIJALVA-USUMACINTA	3	2.30	2.98	2.6167	.34239
CALIFORNIA	4	4.05	7.08	5.8575	1.42453
LOUISIANA	3	6.00	8.84	7.6133	1.45895
SANGABRIEL	4	4.29	8.64	6.8675	1.83925
Total	287				

Tabla 151. Análisis de Varianza (ANOVA) para ALP en Hembras.

		Suma de cuadrados	df	Media de cuadrados	F	Sig.
ALP	Entre Regiones Hidrológicas	70.380	5	14.076	3.936	.002
	Dentro de Regiones Hidrológicas	947.807	265	3.577		
	Total	1018.187	270			

Tabla 152. Prueba de Duncan para ALP en Hembras.

REGIONHIDROLOGICA	N	Subconjunto de alpha = 0.05		
		1	2	3
SINALOA	31	3.1516		
BAJACALIFCENTRO-ESTE	21	4.1143	4.1143	
BRAVO-CONCHOS	130		4.4466	4.4466
SANFERNANDO-SOTOLAMARINA	18		4.5422	4.5422
BAJACALIFNOROESTE	53		4.5991	4.5991
PRESIDIO-SANPEDRO	18			5.3950
Sig.		.060	.393	.090

#### 8.4.5. ANALISIS ALOMETRICO

##### Alometría de variables morfométricas.

En la tabla 61, el tipo de alometría de cada variable a probar está de acuerdo al sexo.

Tabla 100 .- Crecimiento alométrico de LC, LAB, AAB en función de LT y de LQ, LPO en función de LC y LD en función de LQ en machos FI, machos FII y hembras de *Procambarus clarkii*.

Variables	Sexo	N	r <sup>2</sup>	B	a	t <sub>cal</sub>	t <sub>tab</sub>	Tipo de crecimiento
LC vs LT	MI	171	0.963	1.071	0.991	4.44	1.974	Isométrico
LC vs LT	MII	186	0.970	1.043	0.867	3.30	1.973	Isométrico
LC vs LT	H	287	0.972	1.031	0.825	3.0	1.968	Isométrico
LAB vs LT	MI	171	0.955	.908	0.255	6.13	1.974	Isométrico
LAB vs LT	MII	186	0.843	.954	0.460	1.53	1.973	Isométrico
LAB vs LT	H	287	0.865	.942	0.393	2.64	1.968	Isométrico
AAB vs LT	MI	171	0.868	0.892	1.185	4	1.974	Alométrico -
AAB vs LT	MII	186	0.921	0.950	1.478	2.38	1.973	isométrico
AAB vs LT	H	287	0.932	1.075	1.974	4.41	1.968	Isométrico
LQ vs LC	MI	171	0.688	1.439	1.806	5.93	1.974	Alométrico +
LQ vs LC	MII	186	0.882	1.701	3.053	15.24	1.973	Alométrico +
LQ vs LC	H	287	0.881	1.655	2.953	18.19	1.968	Alométrico +
LPO vs LC	MI	171	0.967	0.889	0.976	8.54	1.974	Alométrico -

LPO vs LC	MII	186	0.971	0.941	0.769	4.92	1.973	Isométrico
LPO vs LC	H	287	0.879	0.926	0.838	3.7	1.968	Isométrico
LD vs LQ	MI	171	0.983	1.012	0.580	1.2	1.974	Isométrico
LD vs LQ	MII	186	0.979	0.987	0.485	1.18	1.973	Isométrico
LD vs LQ	H	287	0.973	1.019	0.578	1.9	1.968	Isométrico

### 8.5.1.-Relación de LC vs LT

El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) entre LC y LT presentó el mayor valor en Machos FI de 0.963. De acuerdo al análisis de regresión potencial ( $Y=aX^b$ ), los coeficientes de regresión (b) para las tres condiciones sexuales fueron significativos (Machos FI,  $F=4437.244$ ,  $p<0.05$ ; Machos FII,  $F=6037.94$ ,  $p<0.05$  y Hembras  $F=9722.32$ ,  $p<0.05$ ). El crecimiento relativo de LC fue alométrico positivo ( $t=4.44$ ;  $p<0.05$ ;  $t=3.30$ ;  $p<0.05$ ;  $t=3.10$ ;  $p<0.05$ ) para Machos FI, Machos FII y Hembras respectivamente) (Tabla 61) (Fig. 16).

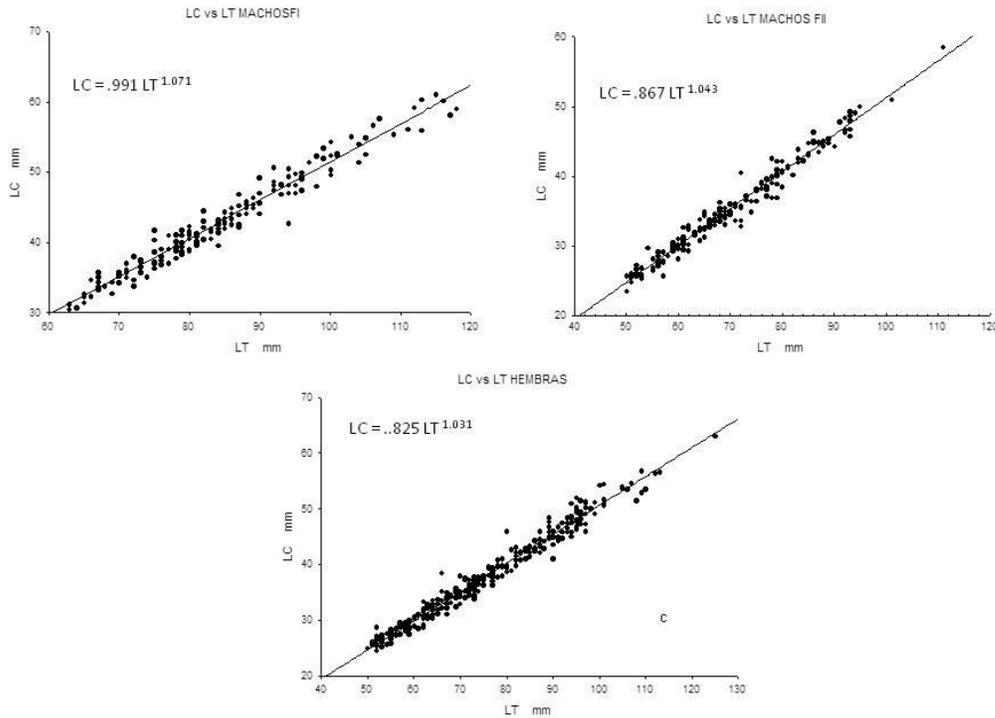


Fig. 21.- Relación de LC en función de LT para a) machos FI, b) machos FII y c) hembras en *Procambarus clarkii*.

### 8.5.2.- Relación de LAB vs LT

El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) entre LAB y LT presentó el mayor valor de 0.955 en Machos FI. De acuerdo al análisis de regresión potencial ( $Y=aX^b$ ), los coeficientes de regresión (b) para las tres condiciones sexuales fueron significativos (Machos FI,  $F=3562.71$ ,  $P<0.05$ ; Machos FII,  $F=986.60$ ,  $P<0.05$  y Hembras  $F=1828.59$ ,  $p<0.05$ ). El crecimiento relativo de LAB fue alométrico negativo ( $t=6.13$ ;  $p<0.05$ ;  $t=2.64$ ;  $p<0.05$ ) para Machos FI y Hembras respectivamente e isométrico ( $t=1.53$ ;  $p<0.05$ ) para Machos FII (Tabla 61) (Fig. 17).

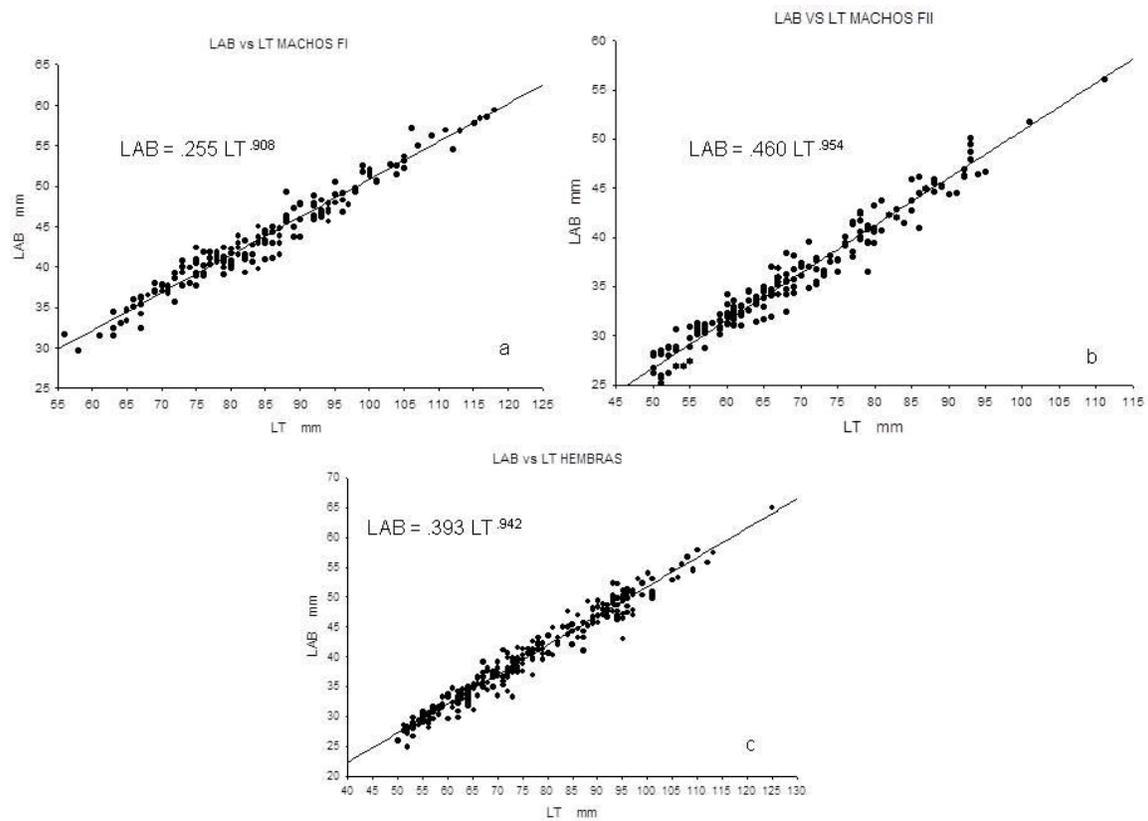


Figura 22.- Relación de LAB en función de LT para a) machos FI, b) machos FII y c) hembras en *Procambarus clarkii*.

### 8.5.3.- Relación de AAB vs LT

El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) entre AAB y LT presentó el mayor valor de 0.932 en Hembras. De acuerdo al análisis de regresión potencial ( $Y=aX^b$ ), los coeficientes de regresión (b) para las tres condiciones sexuales fueron significativos (Machos FI,  $F=1114.73$ ,  $P<0.05$ , Machos FII,  $F=2144.60$ ,  $P<0.05$  y Hembras  $F=3917.21$ ,  $p<0.05$ ). El crecimiento relativo de AAB fue alométrico negativo ( $t=4$ ;  $p<0.05$ ;  $t=2.38$ ;  $p<0.05$ ) en

Machos FI y Machos FII respectivamente y alométrico positivo ( $t=4.41$ ;  $p<0.05$ ) en Hembras. (Tabla 61) (18).

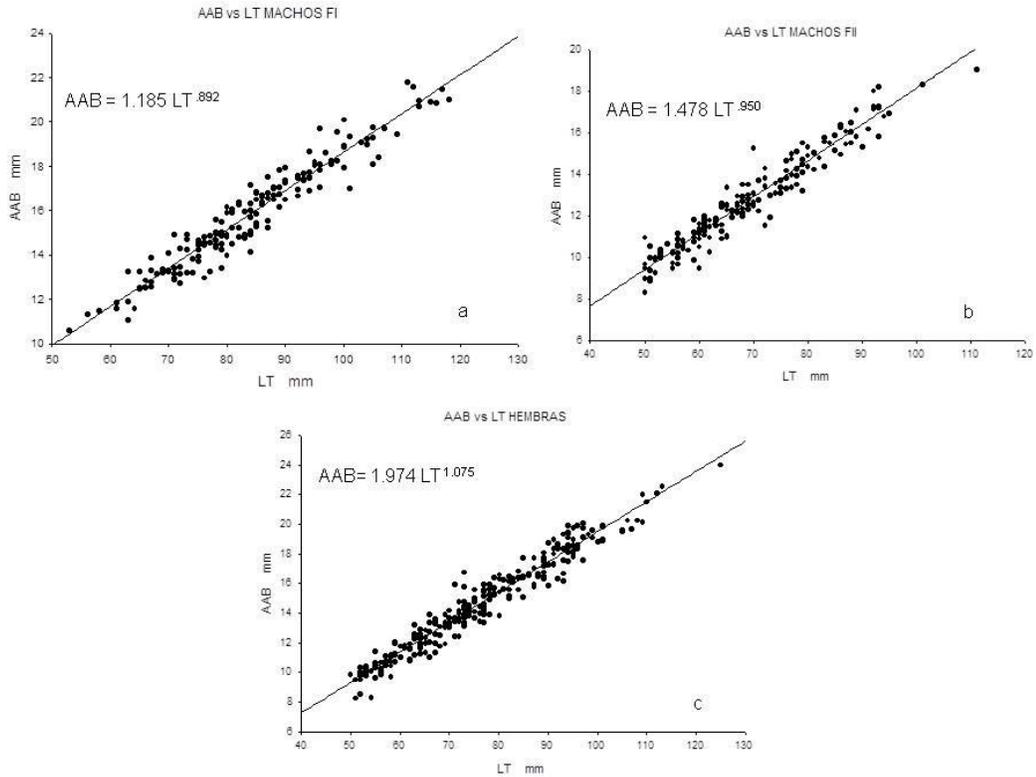


Figura 23.- Relación de AAB en función de LT para a) machos FI, b) machos FII y c) hembras en *Procambarus clarkii*.

#### 8.5.4.- Relación de LQ vs LC

El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) entre LQ y LC presentó valores de 0.688 a 0.882 en los tres estados sexuales. De acuerdo al análisis de regresión potencial ( $Y=aX^b$ ), los coeficientes de regresión (b) para las tres combinaciones fueron significativos ( $F=373.504$ ,  $p<0.05$ , machos FI;  $F=1370.23$ ,  $p<0.05$ , machos FII;  $F=2113.46$ ,  $p<0.05$ , hembras). El crecimiento relativo de LQ fue alométrico positivo en machos FI, machos FII y hembras ( $t=5.93$ ;  $p<0.05$ ;  $t=15.24$ ;  $p<0.05$ ;  $t=18.19$ ;  $p<0.05$ ) (61) (Fig. 19).

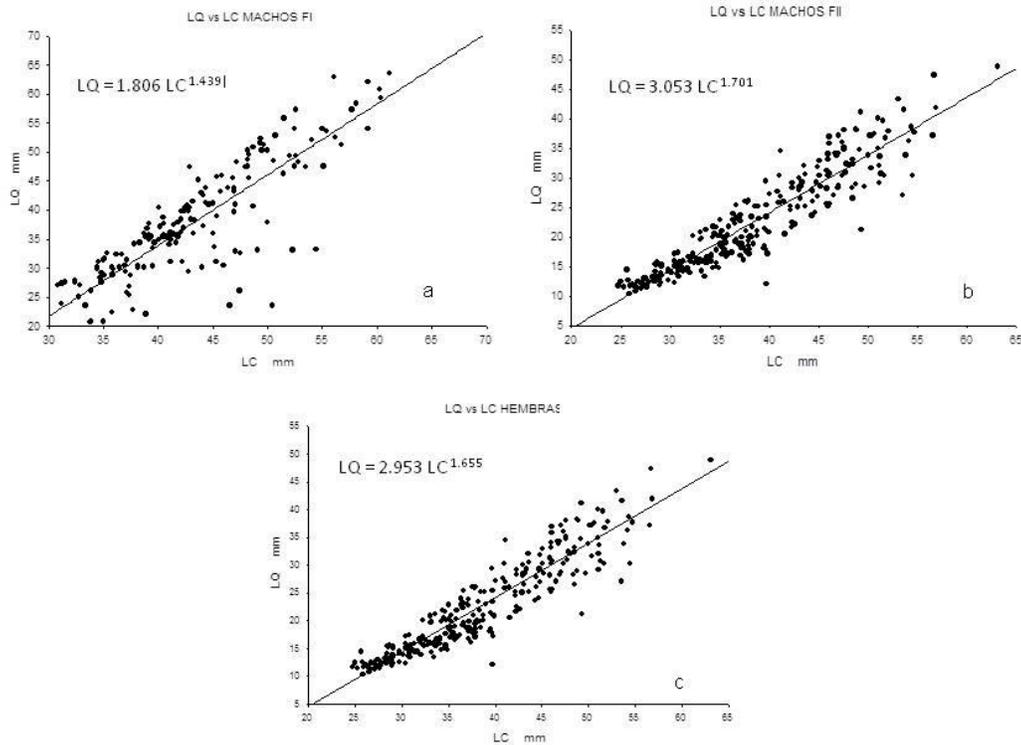


Figura 24.- Relación de LQ en función de LC para a) machos FI, b) machos FII y c) hembras en *Procambarus clarkii*.

### 8.5.5.- Relación de LPO vs LC

El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) entre LPO y LC presentó valores de 0.879 a 0.971 en los tres estados sexuales. De acuerdo al análisis de regresión potencial ( $Y=aX^b$ ), los coeficientes de regresión (b) para las tres combinaciones fueron significativos ( $F=4981.10$ ,  $p<0.05$ , machos FI;  $F=6088.18$ ,  $p<0.05$ , machos FII;  $F=2062.26$ ,  $p<0.05$ , hembras). El crecimiento relativo de LPO fue alométrico negativo en machos FI, machos FII y hembras ( $t=8.54$ ,  $p<0.05$ ;  $t=4.92$ ,  $p<0.05$ ) y en machos FII fue isométrico ( $t=1.000$ ,  $p>0.05$ ) (Tabla 61) (Fig. 20).

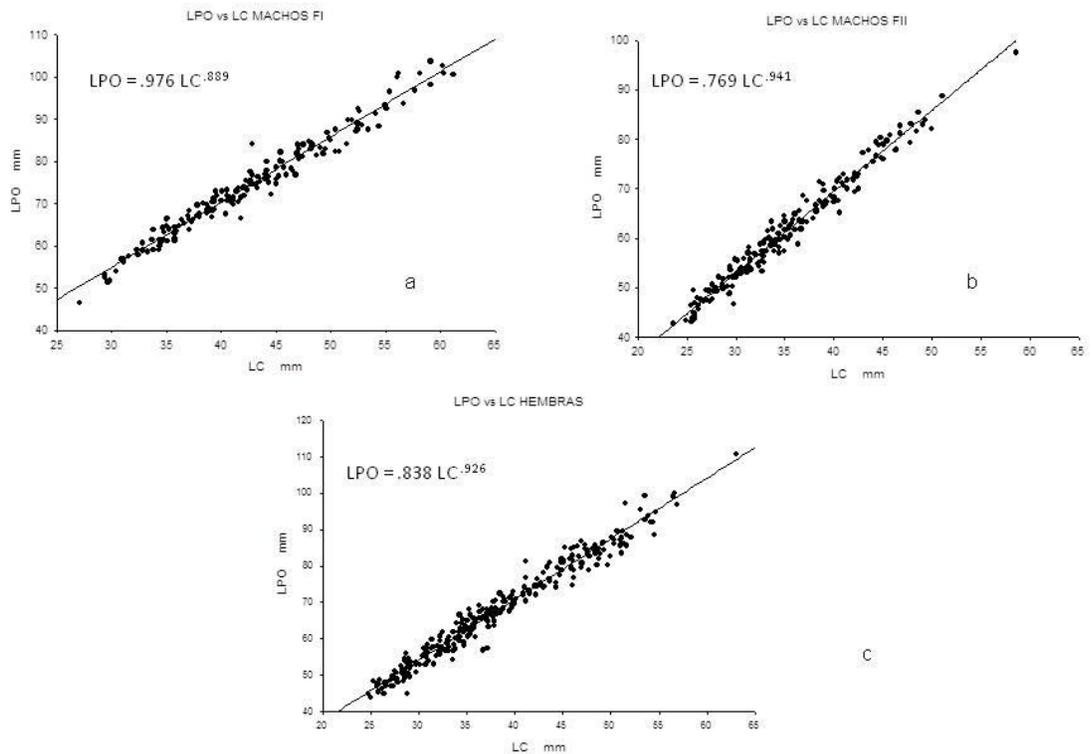


Figura 25.- Relación de LPO en función de LC para a) machos FI, b) machos FII y c) hembras en *Procambarus clarkii*

### 8.5.6.- Relación de LD vs LQ

El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) entre LD y LQ presentó valores de 0.973 a 0.983 en los tres estados sexuales. De acuerdo al análisis de regresión potencial ( $Y=aX^b$ ), los coeficientes de regresión (b) para las tres combinaciones fueron significativos ( $F=10006.472$ ,  $p<0.05$ , machos FI;  $F=8379.36$ ,  $p<0.05$ , machos FII;  $F=10190.75$ ,  $p<0.05$ , hembras). El crecimiento relativo de LD fue isométrico en machos FI, machos FII y hembras ( $t=1.2$ ;  $p>0.05$ ;  $t=1.18$ ;  $p>0.05$ ;  $t=1.9$ ;  $p>0.05$  respectivamente). (Tabla 61) (Fig. 21).

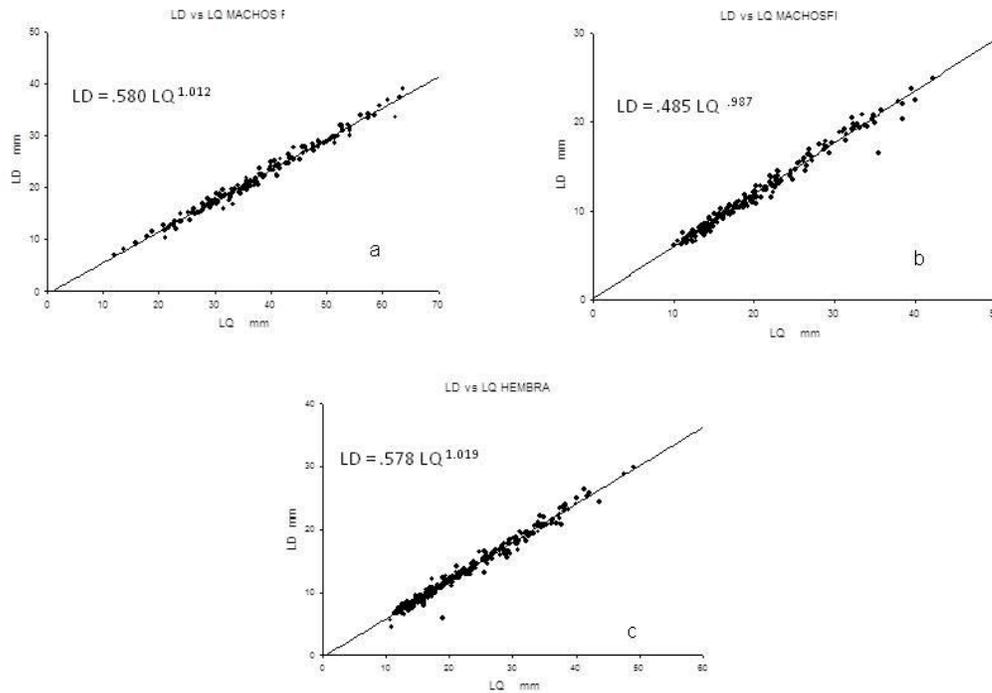


Figura 26.- Relación de LD en función de LQ para a) machos FI, b) machos FII y c) hembras en *Procambarus clarkii*

### 10.3.2. Análisis Discriminante

Se realizó éste análisis estadístico con la finalidad de distinguir si en base a las observaciones morfológicas realizadas los organismos forman grupos mutuamente excluyente en base a su distribución.

En el análisis discriminante no hubo diferencias significativas que nos indiquen que los grupos forman grupos mutuamente excluyentes (tablas 62, 63 y 64), pero pudo observarse que aún y no habiendo diferencias significativas los individuos tienden a agruparse, por ejemplo los de las Regiones Hidrológicas BC NOROESTE y BC CENTRO-ESTE tienden a estar más cercanos, de igual modo los de RH. BRAVO-CONCHOS y SOTO LA MARINA, también esta tendencia pudo apreciarse con los organismos de las regiones SINALOA y PRESIDIO SAN PEDRO (Fig. 28 y 29)

En cuanto a la predicción de agrupación para los grupos dio como resultado 54.7 % de casos correctamente clasificados, lo cual es muy bajo. Siendo la Región Baja California Centro-Este y Bravo Cochos con mayor porcentaje de agrupación (70.6 y 75.3 % respectivamente (Tabla 101).

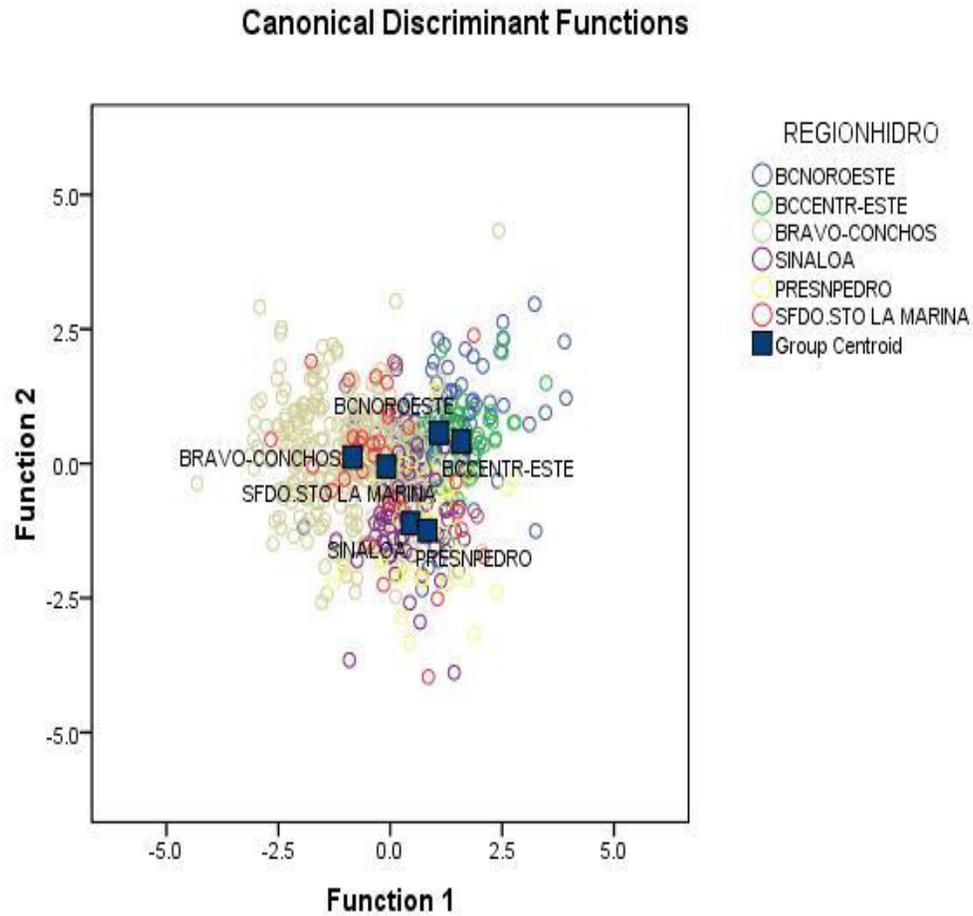


Fig. 28 Funciones canónicas discriminantes

Eigenvalues				
Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	.864 <sup>a</sup>	61.1	61.1	.681
2	.311 <sup>a</sup>	22.0	83.0	.487
3	.209 <sup>a</sup>	14.8	97.8	.416
4	.030 <sup>a</sup>	2.2	99.9	.172
5	.001 <sup>a</sup>	.1	100.0	.032

a. First 5 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Fig. 29

Tabla 101.- Predicción de agrupación por el Análisis Multivariado Discriminante

			Predicted Group Membership					Total	
			BAJACALIFNOR OESTE	BAJACALIFCEN TRO-ESTE	BRAVO- CONCHOS	SINALOA	PRESIDIO- SANPEDRO		SANFERNANDO - SOTOLAMARIN A
Original	Count	BAJACALIFNOROESTE	6	12	2	4	5	10	39
		BAJACALIFCENTRO-ESTE	2	12	0	1	0	2	17
		BRAVO-CONCHOS	4	4	61	3	0	9	81
		SINALOA	0	0	0	1	1	2	4
		PRESIDIO-SANPEDRO	0	1	1	1	6	1	10
		SANFERNANDO- SOTOLAMARINA	2	1	3	0	1	1	8
	%	BAJACALIFNOROESTE	15.4	30.8	5.1	10.3	12.8	25.6	100.0
		BAJACALIFCENTRO-ESTE	11.8	70.6	.0	5.9	.0	11.8	100.0
		BRAVO-CONCHOS	4.9	4.9	75.3	3.7	.0	11.1	100.0
		SINALOA	.0	.0	.0	25.0	25.0	50.0	100.0
		PRESIDIO-SANPEDRO	.0	10.0	10.0	10.0	60.0	10.0	100.0
		SANFERNANDO- SOTOLAMARINA	25.0	12.5	37.5	.0	12.5	12.5	100.0

a.54.7% of original grouped cases correctly classified.

## 9.- DISCUSIONES

### 9.1.- Distribución de *Procambarus clarkii*

#### **Distribución Actual de *Procambarus clarkii* en el Norte de México.**

Es una especie nativa del Sureste de los Estados Unidos (Huner y Barr, 1984; Campos 2005) y del Noreste de México en lo que comprende a la parte norte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, a través del Río Bravo Central y su tributario el Río Salado (Huner y Barr 1984; Campos y Rodríguez-Almaráz, 1992; Rodríguez-Almaráz y Campos, 1994; Campos 2005; Hernández *et al.* 2007; Torres & Álvarez 2012).

Los resultados del presente estudio permitió actualizar la distribución geográfica-ecológicas de las poblaciones de *P. clarkii* en el norte de México. Esta especie habita en 12 regiones Hidrológicas de ésta zona del país, donde el mayor número de registros fue hacia la Región Hidrológica Bravo-Conchos el uso de la herramienta Arcview, permitió una revisión más a detalle de la conexión hidrológica a través de las cuencas y Regiones Hidrológicas, detectándose una notoria conexión del Río San Juan hacia el Río Bravo pasando por la Presa Marte R. Gómez en Tamaulipas, a su vez el río Pesquería se conecta con el río San Juan en el municipio Dr. Coss, en la cueca Rio Bravo-San Juan y Región Hidrológica Bravo-Conchos; el Río Sosa desemboca en el Río Bravo y a su vez el río Álamo se conecta con el río Sosa en la ciudad Mier en Tamaulipas en la cuenca Presa Falcón-Río Salado correspondientes a la Región Hidrológica Bravo-Conchos; en cuanto al Río Sabinas en Nuevo León se conecta al Río Salado a la altura del municipio de Guerrero, Tamaulipas en la cuenca Bravo-Sosa dentro de la Región Hidrológica Bravo-Conchos. En

cuanto al Río Sabinas en Coahuila, habría que hacer una revisión más detallada ya que la conexión que se da hacia el Río Salado es a través de la Presa Venustiano Carranza y habría que analizar la situación hidrológica antes de la construcción de ésta presa. En el estado de Chihuahua se observa una directa conexión del Río Conchos con el Río Bravo, como lo comenta Kelly, 2001 que ha sido un río que durante siglos revitaliza al río Bravo, para posteriormente desembocar en el Golfo de México., Cabe resaltar que la cuenca hidrográfica es un área definida topográficamente, la cual se drena a través de un canal o sistema interconectado de canales, que transportan el agua desde diferentes puntos llevándolos a un punto de salida único, se divide en tres zonas, la zona cabecera que es la parte altas de las montañas que garantiza la captación inicial de las aguas, la zona de captación y/o transportación y la zona de emisión que es la salida hacia el vertedero terminal (Torres-Morales y Barajas-Martínez, 2006). Con éstos resultados se propone una revisión a detalle sobre la historia hidrológica en estas vertientes ya que de comprobarse la distribución natural de *Procambarus clarkii*, se ampliaría a través de las cuencas Rio Bravo-San Juan (en los ríos San Juan, Pesquería, Santa Catarina, A. Salinas), Presa Falcón-Río Salado (en los ríos Sosa y Álamo), Río Bravo-Sosa (en los ríos Salado y Sabinas), Río Bravo-Nuevo Laredo (en los ríos Bravo y A. Texas), Río Bravo-Piedras Negras (los ríos Bravo y Piedras Negras), Río Bravo-Presa de la Amistad (en los ríos Bravo, A. de la Zorra y A. Caballo), Río Conchos Ojinaga(río Conchos), Río Conchos-Presa el Granero (en los ríos Conchos y Chuviscar) , todos dentro de la Región Hidrológica Bravo-Conchos.

Las introducciones de *P. clarkii* datan desde 1955 en un ojo de agua, tributario del Río Sonora, aproximadamente a 6 millas E-SE de Cananea, Sonora (Horton H. H. J. 1962), actualmente se encuentra como introducido en gran parte del país, encontrándose así en

una amplia variedad de ambientes (Campos and Rodríguez-Almaráz, 1992; Rodríguez-Almaraz y Campos, 1994; Hernández *et al.* 2007) la región Noreste en la parte centro y sur de los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila (Campos y Rodríguez-Almaraz, 1992; Rodríguez-Almaraz y Campos, 1994); Región Noroeste a través de los estados de Durango, Sinaloa, centro-sur de Chihuahua, Sonora, Baja California y Baja California Sur (Horton H. H. J. 1962; Hobbs Jr., 1976; Hobbs Jr., 1984; Hobbs Jr., 1989; Hobbs III, *et al.*, 1989; Hernández *et al.*, 2007) y en la Región Suroeste centro-sur de Chiapas (Torres y Álvarez, 2011).

En cuanto a la dispersión de *P. clarkii* en nuestro país, esta especie se encuentra en 80 cuerpos de agua de las áreas estudiadas, que incluyen ríos, presas, canales y arroyos, introducciones realizadas en gran parte por el ser humano para fines de acuicultura, pesca, acuarismo. Pero también la especie ha demostrado tener un promedio de expansión de 28 km/año en el desierto de Chihuahua, de 36 km/año en la península de Baja California y de 45 km/año en el desierto Sonorense (Hernández *et al.*, 2007) y ya introducido en diferentes ecosistemas de nuestro país podrá invadir hábitat frágiles. Por tal razón es de gran importancia el registro de propagación de las poblaciones del acocil rojo, ya que considerándolo una especie invasora ya establecidas sus poblaciones son difíciles de erradicar.

## **9.2. Distribución Potencial de *Procambarus clarkii* mediante el Algoritmo GARP y Maxent**

La invasión de especies es una amenaza para los sistemas ecológicos naturales en la tierra. La prevención de las introducciones y establecimiento de las especies

invasoras es generalmente mejor estrategia que la erradicación (Fitzpatrick and Weltzin 2005). El manejo efectivo de las especies acuáticas invasoras contribuye al esfuerzo mundial para reducir la pérdida de biodiversidad en los cuerpos de agua dulce (Simberloff, 2009; Mendoza et al., 2011). En éste estudio GARP y Maxent demostraron ser una herramienta útil ya que modeló la distribución potencial de esta especie y por lo tanto predicen el significativo riesgo potencial de invasión de *Procambarus clarkii* y que es una amenaza en todos los ecosistemas acuáticos del país. El modelaje por GARP evidenció mejores resultados que Maxent, esto es considerando que el segundo método no predijo una distribución potencial en sitios donde la especie ya la tenemos registrada. lo que se contrapone con Mingyang *et al.*, (2008), en el cual se compararon cuatro métodos de modelado: Regresión Logística (LR), Árboles de Clasificación y Regresión (CART), Algoritmo Genético para la predicción del conjunto de reglas (GARP) y el método de Máxima Entropía (Maxent) el cual supero a los otros. Más sin embargo en nuestra predicción GARP, reflejó que en el extremo noreste de Mexicali en estado de Baja California, no posee las condiciones ambientales para el establecimiento de la especie, lo cual es contradictorio a resultados obtenidos ya que tras muestreos se ha detectado la presencia en ésta área, a través del Río Colorado y las poblaciones presentes son establecidas, por lo cual las capacidades biológicas de establecimiento de la especie, sobre pasan lo que el modelo pueda generar. Al utilizar el método Maxent proyectó el potencial de distribución en el límite del municipio de Mexicali, mientras que GARP no. Más sin embargo el método Maxent refleja muchos estados sin condiciones ambientales similares a los insumos proporcionados, y se ha demostrado en recolectas que la especie

está presente en éstos ambientes. Por lo tanto ambas predicciones han mostrado diferencias a las condiciones naturales, más sin embargo para este estudio GARP ha dado resultados coincidentes a lo que en la realidad hemos encontrado. Por lo cual, usando Algoritmo Genético para la predicción del conjunto de reglas (GARP) y el método Maxent (Máxima entropía), de *Procambarus clarkii*. Coincidimos que GARP, es un método que ha sido ampliamente utilizada y que ha tenido éxito en la predicción de distribución de especies (Peterson y Robin, 2003; Drake y Bossenbroek, 2004; Gaubert *et al.* 2006). Estos resultados indican que GARP provee predicción valorable dentro de rangos potenciales de especies no nativas y esta información debe ser aprovechada para el desarrollo de estrategias de manejo para prevenir futuras invasiones (Herborg *et al.*, 2007<sup>a</sup>; Mingyang *et al.*, 2008; Ba *et al.*, 2010). De igual forma con el uso del método Maxent se han logrado predicciones de ambientes adecuados para especies invasoras (Mingyang *et al.*, 2008; Januchowsky-Harley *et al.*, 2011).

### 9.3. Análisis de Riesgo

La invasión de especies es considerada la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel mundial (Díaz *et al.*, 2006; Xu, *et al.* 2006; Clavero *et al.*, 2009), como la introducción de especies acuáticas que es uno de los riesgos ambientales más críticos a los que actualmente se enfrentan los ecosistemas acuáticos (Hopkins, 2001). En México las especies que han sido reportadas como invasoras acuáticas llegaron principalmente al país por medio del acuarismo, la acuicultura y la pesca (Mendoza *et al.*, 2011). El acocil rojo *P. clarkii*, es una de las tres especies de crustáceos decápodos consideradas de alto impacto a la biodiversidad en México (March-Mifsut y Martínez-Jiménez, 2007). En otros países del

mundo se ha demostrado el efecto negativo de esta especie sobre larvas y embriones de anfibios, sobre gastropodos, insectos, peces (Renai y Gherardi 2004; Cruz y Rebelo, 2005; Xu et al 2006), destrucción de macrofitas (Cruz et al 2006), afecta la turbidez debido a su actividad excavadora (Holdich 2005; Rodríguez *et al.* 2005; Bonivian *et al.* 2010) y favorece el desplazamiento y reducción de poblaciones de algunas especies nativas de acociles por ejemplo *Procambarus regiomontanus* en el estado de Nuevo León (Campos y Rodríguez-Almaraz, 1992; Montemayor et al., 2010). De las herramientas disponibles para prevenir la introducción de especies, el análisis de riesgo resulta muy eficiente en la toma de decisiones acerca de permitir o negar una introducción, así como implementar actividades y estrategias de control (Drake, 2005; Capdevila *et al.*, 2006; Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, 2007; Ojaveer *et al.*, 2014). El Freshwater Invasiveness Scoring Kit (FI-ISK) es propuesto como una herramienta para la identificación de riesgos en especies de invertebrados de agua dulce potencialmente invasoras (Triaco, 2010; Gherardi *et al.* 2010). Gherardi *et al.*, (2011), mediante el uso del kit FI-ISK permitió distinguir el potencial invasor y no invasor de especies no nativas de acociles en Italia resultando las especies de *Pacifastacus leniusculus* y *Procambarus clarkii* de alto riesgo con una puntuación de 36 y 39 puntos respectivamente. Chucholl (2013), realizó un análisis de riesgo para evaluar el potencial de invasividad de 120 especies de acociles en Alemania, con la herramienta FI-ISK, donde las puntuaciones oscilaron entre 2 puntos para *Cambarellus chapalanus* y 33 puntos para *Procambarus clarkii*. Presentando las especies *Cherax*, más bajas puntuaciones FI-ISK que las especies *Procambarus*. De igual manera los resultados obtenidos de las puntuaciones FI-ISK demostraron tener un efecto significativo sobre el estatus de introducción de las especies y también se demostró

una relación significativa entre las puntuaciones del FI-ISK y la LT max. En México se ha utilizado ésta herramienta para evaluar y clasificar el potencial invasor de algunas especies como *Cherax quadricarinatus*, obteniendo como resultado el rechazo de la especie, con una puntuación de 45 puntos (Alfaro et al. 2011).

En este estudio se demostró que el análisis de riesgo, para la especie *Procambarus clarkii*, mediante el uso herramienta FI-ISK permite identificar los daños que la especie es capaz de ocasionar en los ecosistemas donde es introducida, como lo demostrado por *Triaco et al*, (2010). De esta manera este análisis, da los fundamentos para tomar la decisión de evitar futuras introducciones del acocil rojo en nuestro país y evitar los daños que la especie es capaz de ocasionar, ya que el análisis reflejó que *Procambarus clarkii* es de alto riesgo, al alcanzar una puntuación de 43 puntos, siendo el sector ambiental el más afectado, coincidente con lo establecido por *Gherardi et al.*, (2011) y Churcholl, (2013). Esta especie y otras especies acuáticas en su mayoría son introducidas por actividades antropogénicas, como la pesca, acuarismo y la acuicultura, este último factor es considerado muy importante en el análisis del FI-ISK (Mendoza et al., 2011).

Tomando en cuenta que las poblaciones de *Procambarus clarkii* detectadas en México en su mayoría son establecidas el análisis de riesgo nos da los fundamentos para establecer medidas de control y manejo para controlar artificialmente sus poblaciones y minimizar los daños que como especie invasora es capaz de causar, sobre todo en áreas de conservación, donde por. observ. Pers. Se detectó la voracidad que presenta el acocil rojo sobre algunas especies de peces como lo es *Gila modesta*, una de las especies de peces protegidas en el ANPFyF en la sierra de Zapalinamé en Coahuila.

#### 9.4. ANALISIS MORFOMÉTRICO

El crecimiento en los acociles es discontinuo se produce a través de la muda (Huner y Barr, 1984; Aiken y Waddy, 1992). La maduración sexual en los acociles puede darse en un tiempo breve que fluctúa de 8 semanas a casi tres meses, bajo condiciones ideales. Sin embargo, en general toma de 5 a 6 meses en latitudes sureñas y 10-18 meses en latitudes norteñas (Payne, 1978; Huner y Barr, 1984; Muller, 2007). Cano y Ocete (1999) consideran la madurez sexual para *P. clarkii* es a partir de los 6 cm de longitud, ya que en su estudio la hembra más pequeña con huevos color beige midió 6.1 cm y el macho más pequeño con ganchos midió 5.8 cm, mientras que Huner y Barr (1984) y Holdich, (2002) han detectado macho FI a partir de los 5cm y también se ha detectado que en lugares con estrés ambiental, en Portugal, los *P. clarkii* presentan rápido crecimiento y menores tallas (Anastacio *et al.* 2009). Al respecto en éste estudio el tamaño menor para macho FI presentó LT de 53.45 mm, pertenecientes a la Región Hidrológica Bravo-Conchos, en el río La Peñita, el cual se caracteriza por presentar alto grado de contaminación.

Por lo general los adultos de la especie *Procambarus clarkii* tienen una longitud total entre 2.2 a 4.7 pulgadas (5.5 a 11.75 cm) (Campos 2005; Ligas 2008), la que se obtiene de medir el cefalotórax y el abdomen, que van desde la parte posterior del rostro hasta el margen distal del telson (Kato y Miyashita 2005). En un bioensayo de laboratorio, el crecimiento de *P. clarkii* alcanzó tallas de 74.60 mm. Rodríguez-Almaraz y Compean-Jimenez, (1991) han reportado valores de hasta 108 mm en Nuevo León. Ligas, (2008) en Río Sálica, Italia, encontró que los ejemplares presentaron tallas de LC de 25.2 a 67.8 mm

en machos y de 16.5 a 69.5 mm en hembras. Cano y Ocete (2009) en un estudio realizado en las marismas de Guadalquivir, detectaron *Longitud Total* promedio en *P. clarkii* entre 70.2 y 86.66 cm. Conforme a las mediciones realizadas en este análisis las LT mayores fueron de 118 mm y 125 mm, en macho FI y hembra respectivamente. Siendo hasta la fecha las máximas para *P. clarkii* en México., y el promedio osciló de 63.85 cm a 93.46 en las regiones Hidrológicas Baja California Centro-Este y Presidio San Pedro, respectivamente. Y presentaron tallas de LC de 27.12 a 63 mm, que están dentro del rango mostrado por Ligas (2008).

Para este estudio las mayores tallas individuales de LT, fueron 125, 118 y 116 mm, siendo para hembra la mayor talla y las siguientes en machos FI, los tres pertenecientes a la Región Hidrológica Bravo-Conchos. Más sin embargo la talla de LT máxima promedio fue en la Región Hidrológica Presidio-San Pedro. Por lo que es importante tener presente que el crecimiento depende de la genética, condiciones ambientales y fuente de alimento (Barbosa-Saldaña et al., 2012).

#### CRECIMIENTO ALOMETRICO

En decápodos existen tres tipos de crecimiento alométrico: alometría positiva o crecimiento geométrico progresivo, en el cual la variable dependiente crece más rápido con respecto a la talla del cuerpo; isométrico o crecimiento aritmético; y alometría negativa o crecimiento geométrico retrogresivo, en el cual la variable dependiente crece más lento que la talla del cuerpo (Mariappan et al., 2000). Los quelípedos son el mejor ejemplo de crecimiento alométrico en crustáceos. En los machos del cangrejo *Arenaeus caribrarius*

(Pinheiro y Fransozo 1993), *Orconectes virilis* y *Macrobrachium rosenbergii* (Kuris et al. 1987), el crecimiento muestra alometría positiva (Aiken y Waddy, 1992), mientras que es isométrico en los juveniles y las hembras (Pinheiro y Fransozo, 1993). En una investigación sobre crecimiento alométrico en *Cherax quadricarinatus*, se mostró que la relación de LC, ANC, LAb, AAb, LQ Y AnQ respecto a LT en hembras y machos reflejaron crecimiento alométrico positivo a excepción de LAb en ambos casos (Rodríguez-Canto, 1998). En un estudio se investigó la alometría de pleopodos en hembras de *Procambarus clarkii* y *Pacifastacus trowbridgii* y se encontró que los pleópodos femeninos muestran alometría positiva y los valores alométricos fueron más altos que en machos los cuales no tienen función similar (Kato y Miyashita, 2005). En un estudio realizado por Rodríguez-Almaráz, (1992), en ejemplares de *P. clarkii*, investigó el crecimiento relativo de LC con respecto a LT, en machos y hembras obteniendo alometría negativa e isometría respectivamente; AAB respecto LT en machos y hembras donde obtuvo alometría negativa e isometría respectivamente; LQ respecto a LC en machos y hembras obtuvo alometría positiva para ambos casos; AnC respecto LC en machos y hembras obtuvo isometría y alometría negativa respectivamente. En cuanto a los resultados obtenidos durante este estudio del análisis alométrico, las relaciones LC vs LT y LQ vs LC, las variables dependientes mostraron un crecimiento alométrico (+) en cuanto a la variable independiente, en todos los individuos, y respecto a las relaciones LAB vs LT y AAB vs LT el crecimiento fue alométrico (-), a excepción de AAB vs LT en hembras donde el crecimiento fue alométrico (+), lo cual es coincidente ya que la hembra madura, prepara su abdomen para el acarreamiento de los huevos. Los resultados obtenidos mediante la alometría, pueden corroborarse con lo indicado por Holdich (2002) que establece que en acociles el

dimorfismo sexual de los caracteres secundarios llega a ser aparente sólo en la madurez, ya que la quela de los machos y el abdomen en las hembras crece más rápido que otras partes del cuerpo.

#### ANÁLISIS DISCRIMINANTE.

Un análisis discriminante puede tener objetivo: Descriptivo, si estamos sólo interesados en poner en evidencia la capacidad discriminante de un cierto conjunto de variables Y Decisional, si buscamos un criterio que nos permita decidir sobre la adscripción a uno de los grupos de un caso nuevo, no perteneciente a la muestra de entrenamiento, en este Se trata, de emplear la muestra de entrenamiento para buscar relaciones entre las variables lo que permite clasificar casos no pertenecientes a la muestra de entrenamiento (Tusell, 2012).

Se realizó un estudio en Eslovenia con tres subgéneros del camarón género *Troglocaris*, mediante el análisis de función discriminante (DFA), resultó que todos los subgéneros son claramente separados, incluso cuando los caracteres sexuales no dimórficos son usados demostrando ser este análisis apropiado para la identificación de los subgéneros (Jugovic *et al.*, 2011). Se analizó una población del camaroncito de río *Potimirim mexicana* del río Máquinas en el estado de Veracruz, México, en el cual se aplicó el método de análisis discriminante para establecer los subgrupos que conforman la población, dando como resultado 3 clases: organismos sexualmente indeterminados, machos y hembras. En el subgrupo de los machos se establecieron 3 conjuntos, con base en el tamaño del apéndice masculina. Mediante este análisis se confirmó que *P. mexicana* es una especie hermafrodita secuencial (Alfonso-Reyes *et al.*, 2010). Se llevó a cabo un análisis multivariado

discriminante para diferenciar la variación morfológica del camarón café *Farfantepenaeus californiensis*, del Pacífico mexicano, mediante el cual la baja variabilidad morfológica estimada al interior de las muestras permitió inferir que cada localidad conforma un grupo fenotípicamente homogéneo, aunque con claras diferencias entre sí, que podrían estar relacionadas con las características ambientales de cada localidad y con posibles variaciones genéticas entre las poblaciones (Barbosa-Saldaña et al., 2012). Se llevó a cabo un estudio en especies morfológicamente similares del cangrejo esponja género *Pseudodromia*, las cuales son consideradas especies crípticas, se empleó un Análisis de Función Discriminante y la secuencia de datos derivados del gen mitocondrial 12rRNA, para probar si los especímenes identificados como *P. latens* y *P. rotunda* son formas morfológicas de una especie ampliamente distribuida, o representan dos especies distintas separadas reproductivamente y para establecer si estos dos taxones son especies hermanas, y por lo tanto forman una entidad monofilética, obteniendo de acuerdo a la topología de 12S rRNA que el género *Pseudodromia*, es parafilético, infiriendo que los caracteres morfológicos utilizados para definir este taxón pueden no ser útiles para inferencias filogenéticas concluyendo que se necesitan análisis con nuevos datos morfológicos y genéticos para mejorar la comprensión de la taxonomía de los cangrejos de esponja (Stewart et al., 2003).

En este estudio el Análisis Multivariado Discriminante, reflejó que no existe diferencia significativa entre las variables, por lo cual no se pudieron clasificar grupos como se esperaba, ya que pudo observarse una gran asociación entre ellas, pero a pesar de esto, en el diagrama de Funciones canónicas discriminantes se observó que las poblaciones de las Regiones Hidrológicas más cercanas tienden a agruparse, lo cual es un indicativo, de

que las poblaciones más cercanas provienen de una población común. Lo anterior no quiere decir que el análisis empleado no es funcional para la separación de los grupos, sino que se sugiere cambiar la variable morfológicas empleadas para estudios posteriores.

## 10. CONCLUSIONES

**10.1.** Se muestra la distribución actual de *Procambarus clarkii*, en 12 regiones Hidrológicas del norte de México, a través de diversos cuerpos de agua dulce ríos, arroyos, canales de riesgo, estanques y presas. También está presente en 6 Áreas de Conservación a la Biodiversidad: APRN Cuatrociénegas, APRN La Encantada, PN Cumbres, APRN Sierra de Arteaga, APF y F Valle de los Cirios y RB El Vizcaíno. Logra identificarse una conexión directa de los ríos Río San Juan, Río Sosa, Río Sabinas y Río Conchos con río Bravo y Salado, los cuales son considerados dentro de su distribución natural

10.2. Distribución potencial de la especie. El Algoritmo GARP, mostro dar mejores resultados para la distribución potencial de *P. clarkii* en México, proyectando en la predicción que los estados de Nuevo León en la parte Centro y norte; Tamaulipas en toda la región Oeste del Norte, centro y Sur; todo Coahuila; Tamaulipas región centro y noreste; Zacatecas al noreste y solo una porción sureste; Durango al este en las regiones norte, centro y sur, límite del estado de oeste a sur; Chihuahua centro-este y sur-este y solo una franja que cruza la región centro de este a oeste; Sinaloa límite del estado por toda la franja oeste; Sonora casi todo el estado a excepción porción sur-oeste y extremos noreste y noroeste; Baja California todo el estado a excepción del extremo al noreste de Mexicali; Baja California Sur en la región centro-norte y el límite este del estado, presentan condiciones ambientales para el establecimiento de la especie, por lo que es de suma importancia establecer medidas de prevención que eviten la llegada de la especie a estas zonas.

10.3 Análisis de Riesgo. Podemos concluir en base al análisis de riesgo el rechazo total de la especie para futuras introducciones a cualquier ambiente acuático en nuestro país ya que mostró ser capaz de causar graves daños al ecosistema de agua dulce sobre todo en el sector ambiental.

10.4. En cuanto al análisis morfométrico pudimos detectar que los ejemplares de longitudes mayores se presentan en la Región Hidrológica Baja California Centro-Este, debido a las condiciones ambientales, altitud y disposición de alimento, mientras los organismos con tallas menores esta presentes en la Región Hidrológica Bravo-Conchos especialmente en el río la Peñita debido a las situaciones de estrés ambiental dando lugar a ciclos de vida cortos y tallas menores. En cuanto al análisis discriminante, no se encontraron diferencias significativas que puedan agrupar a los organismos de las diferentes Regiones Hidrológicas, por lo que se sugiere utilizar variables diferentes o significativas para el análisis.

**ANEXO 1**  
**Localidades de Estudio para la especie *Procambarus clarkii***

Muestra	Región Hidrológica	Estado	Localidad	Municipio	Coordenadas geográficas
1	Rio colorado	Baja California	San Luis Rio Colorado	San Luis Rio Colorado	32°26'0''N 116°56'0''
2	Rio colorado	Baja California	Arroyo El Sauz, Río Gila,	Villa Verde	31°9'0''N 110°3'
3	Rio colorado	Baja California	localidades de Rio Hardy aguas arriba	Mexicali	32°07'37.465"N109°16'03.465"W
4	Rio colorado	Baja California	localidades de Rio Hardy aguas arriba	Mexicali	32°08'26.124"N109°16'52.233"W
5	Rio colorado	Baja California	localidades de Rio Hardy aguas arriba	Mexicali	32°10'13.785"N109°16'19.976"W
6	Rio colorado	Baja California	localidades de Rio Hardy aguas arriba	Mexicali	32°10'36.004"N109°16'30.018"W
7	Rio colorado	Baja California	localidades de Rio Hardy aguas arriba	Mexicali	32°10'47.811"N109°17'19.238"W
8	Rio colorado	Baja California	localidades de Rio Hardy aguas arriba	Mexicali	32°05'14.469"N109°13'57.515"W
9	Rio colorado	Baja California	Río Hardy Aguas abajo	Mexicali	32°02'07.014"N109°08'11.229"W
10	Rio colorado	Baja California	DREN, Rio Hardy	Mexicali	32°05'22.446"N109°08'32.285"W
11	Rio colorado	Baja California	DREN, Rio Hardy	Mexicali	32°02'48.342"N109°08'34.943"W
12	Baja California Noroeste	Baja California	El Rosario, BC	Ensenada	30°02'08.1"N115°46'14.2"W
13	Baja California	Baja California	Cañón San Carlos, Agua	Ensenada	31°47'52.8"N116°29'54.9"W

	Noroeste	California	Caliente, Rancho el Paraíso		
14	Baja California Noroeste	Baja California	Ejido Uruapan ojo de agua caliente, Ensenada	Ensenada	31°37'53.7"N116°26'03.9"W
15	Baja California Noroeste	Baja California	Ejido Uruapan ojo de agua caliente, Ensenada	Ensenada	31°37'56.1"N116°26'14.7"W
16	Baja California Noroeste	Baja California	EL Rosario de Abajo, a 23.9 km al sur de Ensenada	Ensenada	30°2'20.5"N115°45'43.3"W
17	Baja California Noroeste	Baja California	Rancho Santa Gertrudis, Santo Tomás, Ensenada	Ensenada	31°35'7.6"N116°25'17.6"W
18	Baja California Noroeste	Baja California	Bocana, Santo Tomás	Ensenada	31°32'13"N116°39'28.4"W
19	Baja California Noroeste	Baja California	Rancho Los Aguajes, Sierra San Miguel	Ensenada	30°31'33.3"N115°39'9.2"W
20	Baja California Noroeste	Baja California	La Misión	Ensenada	32°05'52"N116°51'40.7"W
21	Baja California Noroeste	Baja California	Arroyo San Carlos, Campamento Paraíso, Ensenada	Ensenada	31°47'52.8"N116°29'54.9"W
22	Baja California Noroeste	Baja California	Bocana, Santo Tomás, Ensenada	Ensenada	31°32'13"N116°39'28"W
23	Baja California Noroeste	Baja California	Rancho Los Aguajes, Sierra San Miguel,	Ensenada	30°31'33.3"N115°39'9.2"W

Ensenada					
24	Baja California Noroeste	Baja California	Tijuana	Tijuana	32°02'36"N116°56'0"W
25	Baja California Noroeste	Baja California	Playas el Rosarito		32°05'52"N116°52'58"W
26	Baja California Noroeste	Baja California	Mexicali	Mexicali	32°09'23"N115°17'43"W
27	Baja California Centro-Este	Baja California Sur	Río San Ignacio, cerca del poblado de San Ignacio	Mulegé	27°17' 50" N112° 53' 52" W
28	Baja California Centro-Este	Baja California Sur	Cataviña	Cataviña	29°43'34.4"N114°42'46"W
29	Baja California Centro-Este	Baja California Sur	San Ignacio	San Ignacio	27°17'47"N112°52'54"W
30	Baja California Centro-Este	Baja California Sur	Campo Mosqueda, BC		32°09'24"N115°16'43"W
31	Rio Grijalva-Usumacinta	Chiapas	Arroyo en la carretera Teopisca-Villa de las Rosas	Villa de las Rosas	16°30' 00"N92° 26' 00"W
32	Bravo-Conchos	Chihuahua	Río Conchos a 3.4 km de Camargo	Camargo	28°15'00"N105°30'00"W
33	Bravo-Conchos	Chihuahua	El Orranteño, Río Conchos		28°10'57"N105°19'22"W
34	Bravo-Conchos	Chihuahua	El Saucillo, Río Conchos		28°02'07"N105°16'31"W
35	Bravo-Conchos	Chihuahua	Canal secundario de riego,	Meoqui	28°15'30"N105°28'32"W
36	Bravo-Conchos	Chihuahua	Arroyo Tributario Río	Julimes	28°24'16"N105°25'24"W

	Conchos		San Pedro,		
37	Bravo- Conchos	Chihuahua	Las Varas	Chihuahua	29°47'50"N106°41'33"W
38	Bravo- Conchos	Coahuila	Río Nadadores, Km. 42	Sacramento	27°58'03"N101°25'57"W
39	Bravo- Conchos	Coahuila	El Coyote, San Isidro	Nadadores	27°01'24.1"N101°38'44.4"W
40	Bravo- Conchos	Coahuila	Río Salado,	La Madrid	27°02'5.9"N101°47'23.5"W
41	Bravo- Conchos	Coahuila	Cariño de la Montaña	Sacramento	27°01'58"N101°43'21.9"W
42	Bravo- Conchos	Coahuila	Santa Gertrudis	San Buenaventura	27°08'22.9"N101°31'52.5"W
43	Bravo- Conchos	Coahuila	Saco de Bucareli	Abasolo	27°11'13"N101°26'9.4"W
44	Bravo- Conchos	Coahuila	Los Chorros	Arteaga	25°23'49"N100°47'51.2"W
45	Bravo- Conchos	Coahuila	Los Chorros	Arteaga	25°23'55.8"N100°47'59.6"W
46	Bravo- Conchos	Coahuila	Presa Venustiano Carranza	Juárez	27°31'8.0"N100°36'32.6"W
47	Bravo- Conchos	Coahuila	Río Álamos	Múzquiz	27°56'50.6"N101°15'20"W
48	Bravo- Conchos	Coahuila	Río Sabinas,	Sabinas	27°58'7.6"N101°34'50.7"W
49	Bravo- Conchos	Coahuila	Arroyo del Buey a 1km de la Presa La Amistad.	Acuña	29° 26' 32.06" N101°04' 27.05" W
50	Bravo- Conchos	Coahuila	Carretera Cd. Acuña-Presa de la Amistad	Acuña	29° 24' 35.03" N101° 04' 09.05" W
51	Bravo- Conchos	Coahuila	Presa la Amistad, Playa Tlaloc	Acuña	29° 26' 31.01" N101°06' 56.05" W
52	Bravo-	Coahuila	Arroyo Salado de Nadadores,	Progreso	27°11' 47.03" N101°14'

	Conchos		en el km 39 de la carretera Monclova-Piedras Negras		05.07" W
53	Bravo-Conchos	Coahuila	Arroyo en el km 18 de la carretera Cd. Acuña-Presa de la Amistad	Acuña	29° 24' 35.03" N101° 04' 09.05" W
	Bravo-Conchos	Coahuila	Río en Jiménez	Jiménez	29°09' 16.03" N100° 45' 51.05" W
54	Bravo-Conchos	Coahuila	Arroyo en el puente Olmo II, aprox. km 18 de la carretera Cd Acuña-Presa la Amistad	Acuña	29° 24' 36"N101° 04' 10" W
55	Bravo-Conchos	Coahuila	Río Salado, km 39 de la carretera Monclova-Piedras Negras (bajo el puente de la carretera), aprox. 500m del poblado de Hermanas	Zaragoza	27°11' 47.46" N101°14' 08.69" W
56	Bravo-Conchos	Coahuila	Río en el poblado El Moral, carretera Piedras Negras-Cd. Acuña	Piedras Negras	28° 53' 54" N100° 38' 01" W
57	Bravo-Conchos	Coahuila	Río San Diego en el poblado de Jiménez, carretera Piedras Negras-Cd. Acuña	Jiménez	29° 04' 38"N100° 40' 15"W
58	Bravo-Conchos	Coahuila	Río Álamos, Nueva Rosita	San Juan de Sabinas	27° 56' 51.03"N101°15' 20.06"W

59	Bravo-Conchos	Coahuila	Arroyo km 22 de la carretera Cd. Acuña – Presa La Amistad	Acuña	29°26' 33"N101°04' 27"W
60	Bravo-Conchos	Coahuila	Río El Moral, en el poblado de El Moral.	Piedras Negras	28°53' 53.01"N100°38' 01.06"W
61	Bravo-Conchos	Coahuila	Manantial Maris a la orilla del río Bravo, Rancho San Judas Tadeo.	Acuña	29°23' 54.96"N101°01' 50.23"W
62	Bravo-Conchos	Coahuila	Río Escondido	Piedras Negras	28°40'18.2"N100°33'09.5"W
63	Bravo-Conchos	Coahuila	Río Álamos, en las afueras del poblado de Nueva Rosita, carretera a Múzquiz	San Juan de Sabinas	27°56'51.3"N101°15'20.4"W
64	Bravo-Conchos	Coahuila	Río Piedras Negras	Piedras Negras	28°40'20.00"N100°33'05" W
65	Bravo-Conchos	Coahuila	Río Sabinas	Múzquiz	27°50'9.07"N101°34'54.02"W
66	Bravo-Conchos	Coahuila	Río Escondido en Piedras Negras	Piedras Negras	28°40'18.2"N100°33'09.5"W
67	Bravo-Conchos	Coahuila	Arroyo debajo de la cortina 9m sw de Sta. Rita		27°29'21.0"N100°33'36"W
68	Bravo-Conchos	Coahuila	Canal de riego	Nava	28°25'6.0"N100°46'30"W
69	Bravo-Conchos	Costa Rica	Presa Cachí, Río Reventazón		09°49'30.6"N83°49'15.9"W
70	Presidio-San Pedro	Durango	El Saltito	Nombre de Dios	23°56'45.7"N104°19'01.5"W
71	Presidio-San Pedro	Durango	Río Santiago Bayacora,	Durango	23°53'42"N104°36' 50"W

			Refugio Salcido, Estancia Korian		
72	Presidio-San Pedro	Durango	La Ferrería, Río Bayacora,	Durango	23°57'4.59"N104°19'56.5"W
73	Presidio-San Pedro	Durango	El Saltito, Río Tunal	Durango	23°56'45.7"N104°19' 01.5"W
74	Presidio-San Pedro	Durango	Parque Natural Los Salones	Nombre de Dios	23°50'10.09"N104°15'31.20"W
75	Presidio-San Pedro	Durango	Nombre de Dios	Nombre de Dios	23°51'16.2"N104°15'01.9"W
76	Agua Naval	Durango	Río Nazas, Puente cuates	Durango	25°18'9.0"N103°41'41"W
77	Illinois	Illinois	Horseshoe Lake (ILL)	Illinois	7°08'18.8" N89°20'33.5"W
	Louisiana	Louisiana	Kaplan	Louisiana	29°59'29.5" N92°15'36.8"W
78	Bravo-Conchos	Nuevo León	Cola de caballo	Santiago	25°21'00" W100°14'00'W
79	Bravo-Conchos	Nuevo León	Congregación la Boca	Santiago	25°27'18.4"N100°5'25.6"W
80	Bravo-Conchos	Nuevo León	Río La Silla, Parque Canoas	Monterrey	25°37'00"N100°15'00"W
81	Bravo-Conchos	Nuevo León		Santiago	25°25'19.4"N100°08'43.5"W
82	Bravo-Conchos	Nuevo León	El Yerbaniz	Santiago	25°29'40.6"N100°11'15.7"W
83	Bravo-Conchos	Nuevo León	Río la Chueca	Santiago	25°27'18.1"N100°09'36.1"W
84	Bravo-Conchos	Nuevo León	Río La Silla, Parque Canoas.	Monterrey	25°37'00"N100°15'00"W
85	Bravo-Conchos	Nuevo León		Santiago	25°25'19.4"N100°8'43.5"W
86	Bravo-Conchos	Nuevo León	Presa "La Juventud"	Marín	25°52'39.1"N100°04'3.0"W

87	Bravo- Conchos	Nuevo León		Benito Juárez	25°25'0"N100°11'00"W
88	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río la Chueca	Santiago	25°27'18.1"N100°9'36.1"W
89	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río La Silla.	Monterrey	25°37'00"N100°16'00"W
90	Bravo- Conchos	Nuevo León		Monterrey	25°35'00"N100°01'00"W
91	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río la Chueca	Santiago	25°27'18.1"N 100°09'36.1"W
92	Bravo- Conchos	Nuevo León	Planta tratadora de Aguas Residuales	Santiago	25°25'19.4"W100°8'43.5"W
93	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Salinas	Hidalgo	25°27'99"N99°48'99"W
94	Bravo- Conchos	Nuevo León	Cadereyta.	Jiménez	25°35'00"N100°07'00"W
95	Bravo- Conchos	Nuevo León	El Cercado.	Santiago	25°24'26.3"N100°08'8.8"W
96	Bravo- Conchos	Nuevo León	La Ciudadela.	Benito Juárez	25°25'00"N100°11'00"W
97	Bravo- Conchos	Nuevo León	Los Lazarillos.	Allende	25°19'00"N100°03'00"W
98	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Pesquería.	Apodaca	25°47'2.7"N100°03'37.3"W
99	Bravo- Conchos	Nuevo León	Carretera Salinas Victoria a Villaldama		26°02'22.1"N100°18'11.1"W
100	Bravo- Conchos	Nuevo León	La Ciudadela.	Benito Juárez	25°33'42.6"N100°07'25.2W
101	Bravo- Conchos	Nuevo León	Congregación la Boca.	Santiago	25°27'18.4"N100°05'25.6"W
102	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Pesquería.	Apodaca	25°47'2.7"N100°03'37.3"W
103	Bravo- Conchos	Nuevo León		Montemorelos	25°11'00"N99°17'00"W

104	Bravo- Conchos	Nuevo León	El Cercado.	Santiago	25°24'26.3"N100°08'8.8"W
105	Bravo- Conchos			Guadalupe	25°43'00"N100°13'00"W
106	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Ramos.	Santiago	25°13'00"N100°02'00"W
107	Bravo- Conchos	Nuevo León	Planta tratadora de Aguas Residuales.	Santiago	25°24'00"N100°08'00"W
108	Bravo- Conchos	Nuevo León		Montemorelos	25°11'00"N99°17'00"W
109	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río La Silla, Parque Canoas.	Monterrey	25°37'00"N100°15'00"W
110	Bravo- Conchos	Nuevo León		Bustamante	25°55'45.7"N100°21'14.9"W
111	Bravo- Conchos	Nuevo León		Montemorelos	25°11'00"N99°17'00"W
112	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río San Juan, tras la cortina.	Santiago	25°54'00"N100°06'00"W
113	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río la Chueca.	Santiago	25°27'18.1"N100°09'36.1"W
114	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río la Chueca.	Santiago	25°27'00"N100°01'00"W
115	Bravo- Conchos	Nuevo León	Los Cavazos.	Santiago	25°26'00"N100°09'00"W
116	Bravo- Conchos	Nuevo León		Anáhuac	25°55'00"N100°21'00"W
117	Bravo- Conchos	Nuevo León		Montemorelos	25°11'00"N99°17'00"W
118	Bravo- Conchos	Nuevo León	El Yerbaniz.	Santiago	25°29'40.6"N100°11'15.7"W
119	Bravo- Conchos	Nuevo León		Hidalgo	25°58'00"N100°26'00"W
120	Bravo- Conchos	Nuevo León	Lagos del Bosque	Monterrey	25°36'00"N100°01'00"W

121	Bravo- Conchos	Nuevo León	La Estanzuela.	Monterrey	25°35'00"N100°13'00"W
122	Bravo- Conchos	Nuevo León		Villa de Juárez	25°25'00"N100°11'00"W
123	Bravo- Conchos	Nuevo León		Anáhuac	25°55'45.7"N100°21'14.9"W
124	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río La Silla, Parque Canoas.	Monterrey	25°37'00"N100°15'00"W
125	Bravo- Conchos	Nuevo León	La Estanzuela.	Monterrey	25°35'00"N100°13'00"W
126	Bravo- Conchos	Nuevo León	Rio San Juan, Congregación La Boca.	Santiago	25°27'11"N100°05'12"W
127	Bravo- Conchos	Nuevo León	Rio San Juan, Congregación La Boca.	Santiago	25°27'11"N100°05'12"W
128	Bravo- Conchos	Nuevo León	Canal la Karlota.	Montemorelos	25°11'22.9"N99°50'35.2"W
129	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Ramos, N.L.		25°16'00"N100°59'00"W
130	Bravo- Conchos	Nuevo León	Canal Junto a Ojo de Agua, N.L.	Apodaca	25°47'19"N100°13'54"W
131	Bravo- Conchos	Nuevo León	Carretera Cadereyta-Dr. González	Doctor González	25°48'48.2N99°53'9.5"W
132	Bravo- Conchos	Nuevo León	Presa Rodrigo Gómez, "La Boca"	Santiago	25°24'45.1"N100°8'17.5"W
133	Bravo- Conchos	Nuevo León	Puente a Pesquería Carretera a Colombia		25°48'9.1"N100°17'36.8"W
134	Bravo- Conchos	Nuevo León	Puente.	Ciénega de Flores	25°56'00"N100°10'00"W
135	Bravo- Conchos	Nuevo León	Rio Sabinas, N.L.	Sabinas	26°29'36"N100°12'37"W
136	Bravo- Conchos	Nuevo León	Presa "La Juventud" de	Marín	25°52'39.1"N100°04'3.0"W

	Conchos	León	la Facultad de Agronomía, UANL.		
137			Carretera Mezquital-Apodaca, cercano a Río Pesquería	Apodaca	
	Bravo-Conchos	Nuevo León			25°46'50.1"N100°12'24.6"W
138			Carretera Mezquital-Apodaca, cercano a Río Pesquería	Apodaca	
	Bravo-Conchos	Nuevo León			25°46'50.1"N100°12'24.6"W
139	Bravo-Conchos	Nuevo León	Agua Fría.	Zuazua	25°49'1.1"N100°09'3.0"W
140	Bravo-Conchos	Nuevo León	Canal La Karlota, N.L.	Montemorelos	25°11'35.2"N99°50'22.9"W
141	Bravo-Conchos	Nuevo León	Canal de riego	Montemorelos	25°14'57.1"N99°41'24.7"W
142	Bravo-Conchos	Nuevo León	Arroyo Pilón.	Montemorelos	25°11'00"N99°17'00"W
143	Bravo-Conchos	Nuevo León	El Ranchito.	Santiago	25°22'00"N100°12'00"W
	Bravo-Conchos	Nuevo León	Rio Pesquería.		25°47'2.7"N100°03'37.3"W
144	Bravo-Conchos	Nuevo León	El Ranchito.	Santiago	25°22'00"N100°12'00"W
145	Bravo-Conchos	Nuevo León	Presa Mariano Escobedo "Sombretillo"	Sabinas	26°18'52"N99°57'21.9"W
146			Presa "La Juventud" de la Facultad de Agronomía, UANL.	Marín	
	Bravo-Conchos	Nuevo León			25°52'39.1"N100°04'3.0"W
147	Bravo-Conchos	Nuevo León		Allende	25°16'00"N100°59'00"W
148	San Fernando-Soto la Marina	Nuevo León		General Terán	25°14'57.1"N99°41'24.7"W

149	Bravo- Conchos	Nuevo León		Villaldama	26°30'00"N100°25'00"W
150	Bravo- Conchos	Nuevo León	La Presita	Santiago	25°31'22.4"N100°12'1.9"W
151	San Fernando- Soto la Marina	Nuevo León	Cerro Prieto	Linares	24°56'00"N99°24'00"W
152	Bravo- Conchos	Nuevo León	Los Cristales	Monterrey	25°38'00"N100°16'00"W
153	Bravo- Conchos	Nuevo León	Parque Ecológico Silla.	La Monterrey	25°41'00"N100°12'00"W
154	Bravo- Conchos	Nuevo León	Parque Pastora.	La Guadalupe	25°42'00"N100°13'00"W
155	Bravo- Conchos	Nuevo León	Carretera Miguel Alemán, bajo Puente Marín	Lampazos	25°50'10.1N100°02'32.1"W
156	Bravo- Conchos	Nuevo León	Ojo de Agua.		27°01'1.2"N100°29'51.4"W
157	Bravo- Conchos	Nuevo León	Arroyo Pilón.	Montemorelos	25°11'00"N99°17'00"W
158	Bravo- Conchos	Nuevo León	Arroyo Cieneguita.	La Apodaca	25°47'3.0"N100°15'22.2"W
159	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río San Juan.	Cadereyta	25°31'51.3"N99°50'39.8"W
160	Bravo- Conchos	Nuevo León	Puente Marín, Río Salinas.	Miguel Alemán	25°50'10.9"N100°02'34.8"W
161	Bravo- Conchos	Nuevo León	Carretera Cadereyta-Dr. González	Doctor González	25°48'48.2N99°53'9.5"W
162	Bravo- Conchos	Nuevo León	Km. 100 A lado de Carretera Mty- China.	China	25°19'43.1"N99°43'35.6"W
163	Bravo- Conchos	Nuevo León	Presa Mariano Escobedo "Sombretillo"	Sabinas	26°18'52"N99°57'21.9"W

164	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Sabinas, N.L.		26°29'36"N100°12'37"W
165	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Salinas, Hidalgo, N.L.	Hidalgo	25°55'41.7"N100°21'14.9"W
166	Bravo- Conchos	Nuevo León	EL Carmen.	Salinas Victoria	25°57'29.1"N100°17'27.6"W
167	San Fernando- Soto la Marina	Nuevo León	La Malinche.	China	25°32'00"N98°54'00"W
168	San Fernando- Soto la Marina	Nuevo León	Cerro Prieto	Linares	24°56'00"N99°24'00"W
169	Bravo- Conchos	Nuevo León	Km. 22 Orilla de la carretera Cadereyta- Reynosa.	Cadereyta	25°36'6.3"N100°02'4.8"W
170	Bravo- Conchos	Nuevo León	Km. 44 Carretera San Juan- Cadereyta.	Cadereyta	25°34'33.8"N99°52'17.8"W
171	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río San Juan, Cadereyta.	Cadereyta	25°35'00"N100°07'00"W
172	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río San Juan, El Bado.	Juárez	25°35'44"N99°59'32"W
173	Bravo- Conchos	Nuevo León	La Ciudadela.	Juárez	25°33'00"N100°07'00"W
174	Bravo- Conchos	Nuevo León	Arroyo Carretera a Higueras Km 6.	Higueras	25°51'50.8"N99°55'44"W
175	Bravo- Conchos	Nuevo León	Carretera Miguel Alemán km 34, Puente Marín		25°50'8.8"N100°02'30.7"W
176	Bravo- Conchos	Nuevo León	3.2 km antes del entronque Cadereyta- Ramonés		25°50'15.8"N99°55'12.7"W
177	Bravo-	Nuevo	Río Pesquería,		25°47'2.7"N100°03'37.3"W

	Conchos	León	N.L.		
178	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Salinas, entrada al Carmen.	El Carmén	25°55'45.7"N100°21'14.9"W
179	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Sabinas.	Hidalgo	26°29'36"N100°12'37"W
180	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Salinas.	Salinas Victoria	25°57'29.1"N100°17'27.6"W
181	Bravo- Conchos	Nuevo León	Ojo de Agua.	Apodaca	25°47'19"N100°13'54"W
182	Bravo- Conchos	Nuevo León	Ojo de Agua.	Lampazos	27°01'1.2"N100°29'51.4"W
183	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Sabinas, Carretera Sabinas- Villaldama.	Sabinas	26°29'40.2"N100°12'36.7"W
184	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Álamo.	Parás	26°29'45.5"N99°31'31.9"W
185	Bravo- Conchos	Nuevo León	Presa Mariano Escobedo "Sombretillo"	Sabinas	26°18'52"N99°57'21.9"W
186	Bravo- Conchos	Nuevo León	Presa Agualeguas		26°17'48.4"N99°33'13"W
187	Bravo- Conchos	Nuevo León	Puente Allende.	Santiago	25°17'0"N100°02'00"W
188	Bravo- Conchos	Nuevo León	Zona Este de La Presa de La Boca.	Santiago	25°24'34.6"N100°08'9.1"W
189	Bravo- Conchos	Nuevo León	Charco Azul.	Guadalupe	25°43'00"N100°03'00"W
190	San Fernando- Soto la Marina	Nuevo León	Río Hualahuises.	Hualahuises	25°53.176'0" 99°42.08'0"
191	San Fernando- Soto la Marina	Nuevo León	Carretera de Villagrán a Estación Garza Valdés, Puente Pilón		24°30.659'0" 99°24.02'0"

192	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río La Silla.	Guadalupe	25°40.480'0" 100°09.428'0"
193	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Álamo..	Vallecillo	26°29'40.4"N99°45'12"W
194	Bravo- Conchos	Nuevo León	El Fraile.	Montemorelos	25°11'0" 99°17'0"
195	San Fernando- Soto la Marina	Nuevo León	Arroyo de la Joya.	China	25°43'086" 99°15'51.8"
196	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Salado, Aprox. 5 km NW de Rodríguez.	Anáhuac	25°55'0" 100°21'0"
197	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Santa Catarina, ente carr. Cadereyta- Juárez.	Cadereyta	25°38.896'0" 100°05.227'0"
198	San Fernando- Soto la Marina	Nuevo León	Efluente del Río Hualahuises, bajo puente.	Linares	24°44'45.18" 99°46'47.34"
199	San Fernando- Soto la Marina	Nuevo León	Río El Pílon	Montemorelos	25°10'21.6" 99°51'52.8"
200	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río San Juan, Nuevo León	Santiago	25°27'20.4" 100°5'19.1"
201	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Salinas, Ciénega de Flores, Nuevo León		25°57'0.5" 100°10'13"
202	Bravo- Conchos	Nuevo León	La Peñita, Ciénega de Flores		25°57'0.7" 100°8'41.3"
203	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Dr. González, González, N:L		25°51'44.9" 99°56'48.5"
204	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Salinas, Marín. NL		25°52'23.9" 100°4'12.4"

205	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Salado, Anáhuac, NL	27°14'8.7" 100°8'24.5"
206	Bravo- Conchos	Nuevo León	Parque La Silla, Lagos del Bosque	25°36'14.2" 100°15'33.9"
207	Bravo- Conchos	Nuevo León	Parque Natural La Estanzuela, Río LA Silla	25°32'58.9" 100°16'9.2"
208	Bravo- Conchos	Nuevo León	Parque Canoas, Rio La Silla	25°37'13.3" 100°16'11.3"
209	Bravo- Conchos	Nuevo León	Col. San Ángel Sur, Frente a parque Canoas, Río LA Silla	25°37'20.4" 100°16'10.9"
210	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Sabinas,	27°50'33.3" 101°7'23.4"
211	Bravo- Conchos	Nuevo León	Río Sabinas, Hidalgo NL	26°29'00.8" 100°13'15.2"
212	Bravo- Conchos	Nuevo León	Canales de riego en Anáhuac	25°46'; 97°46'
213	Bravo- Conchos	Nuevo León	Canal de riego Valle hermoso	25°40'; 97°48'
214	Sinaloa	Sinaloa	Rancho Armenta, SIN	26°24'09.1" 108°42'35.9"
	Sinaloa	Sinaloa	Rio El Fuerte, SIN	26°24'56" 108°37'33.4"
215	Sinaloa	Sinaloa	La Bocatoma, San Blas, SIN	26°04'38.8" 108°46'00.7"
216	Sinaloa	Sinaloa	Rosales, Guasave, SIN	25°19'39.0" 108°27'35.7"
217	Sonora Sur	Sonora	Río Sonora, a 10 Km de CANANEA	30°56'0''N 110°10'
218	Sonora Sur	Sonora	Río Sonora, BACOACHI	30°38'0''N 109°57'

219	Bravo-Conchos	Tamaulipas	Puente Álamo, Ciudad Mier	26°27'3.5" 99°9'9.5"
220	Bravo-Conchos	Tamaulipas	Presa del Azúcar, Marte R. Gómez	26°14'23.5" 98°55'37.8"
221	Bravo-Conchos	Tamaulipas	Presa Falcón, Ciudad Nueva Guerrero	26°30'0" 100°25'0"
222	Bravo-Conchos	Tamaulipas	Presa Azúcar, M.R. Gómez, Tamaulipas	26°14'23.5" 98°55'37.8"
223	Bravo-Conchos	Tamaulipas	Presa Falcón, Ciudad Nueva Guerrero, Tamaulipas	25°34'6" 99°11'47"
224	Bravo-Conchos	Tamaulipas	Puente Álamo, Ciudad Mier, N.L.	26°27'3.5" 99°9'9.5"
225	San Fernando-Soto la Marina	Tamaulipas	Bajo el puente Villagrán, Villagrán, Tamaulipas	24°28.348'0" 99°29.15'0"
226	San Fernando-Soto la Marina	Tamaulipas	Canal Anzalduaz, Díaz Ordaz, Tamaulipas	26°09.018'0" 98°22.706'0"
227	San Fernando-Soto la Marina	Tamaulipas	Río Purificación, bajo puente, Nuevo Padilla, Tamaulipas	24°02'30.1" 98°54'10.9"
228	San Fernando-Soto la Marina	Tamaulipas	Ejido El Carmen, Nuevo Padilla, Tamaulipas (canal de riego)	24°4'26.3" 99°7'45.9"
229	San Fernando-Soto la Marina	Tamaulipas	Río Corona, bajo puente, Güemes, Tamaulipas	23°58'8.7" 99°6'17.2"
230	San Fernando-	Tamaulipas	Presa Vicente Guerrero,	24°00'53.8" 98°46'41.5"

	Soto la Marina	s	Viejo Padilla, Tamaulipas	
231	San Fernando-Soto la Marina	Tamaulipas	Ejido 5 de Mayo, Nuevo Padilla, Tamaulipas	24°3'18.1" 98°55'53.1"
232	Pánuco	Tamaulipas	Río Guayalejo, carr. a Xicoténcatl, bajo puente km 4	22°56'54.9"N99°59'33.1"W
233	San Fernando-Soto la Marina	Tamaulipas	Carr Villagrán a estación Garza Valdez	24°30.659 - 99°24.021
234	Bravo-Conchos	Tamaulipas	Laguna escondida, Reynosa	26°04'; 98°17'
235	Bravo-Conchos	Tamaulipas	canal de riego de la brecha 30 y 12, cercano a d Río Bravo	26°04'; 98°05'
236	Bravo-Conchos	Tamaulipas	Canal de riego Soliseño, Matamoros	25°59'; 97°30'
237	Bravo-Conchos	Texas	Río San Marcos, San Marcos	29°52.160 97°55.823
238	Bravo-Conchos	Texas	Canal de riego cercano a McAllen, Hidalgo, Tx., a menos de 1 Km del Mall.	26.16528; 98.20022
239	Bravo-Conchos	Texas	Carr 281 antes de llegar al cruce del camino 2520, canal de riego con lirio acuático Cameron, County, Tx	26°02.694; 97°40.660

## ANEXO 2

### Análisis de Riesgo FI-ISK elaborado para la especie *Procambarus clarkii*

Pregunta		Biogeográfico/histórico	Respuesta	Comentarios y Referencias	Certidumbre
1	1.01	¿Está adaptada la especie para la acuicultura o propósitos ornamentales?	Sí	Es ampliamente cultivable en varias partes del mundo (Huner and Barr; Romaine et al. 2005)	4
2	1.02	¿Se ha naturalizado la especie en los lugares en donde se ha introducido?	Sí	Es altamente adaptable a las áreas donde se ha introducido y actualmente se ha naturalizado en muchos países alrededor del mundo encontrándose casi todos los continentes a excepción de Australia y Antártica (Huner & Bar, 1984; Campos 2005; Hernández et al 2007)	4
3	1.03	¿Tiene la especie razas, variedades o subespecies invasoras?	No	No existen evidencias	4
4	2.01	¿Tiene la especie una tolerancia a las condiciones climáticas del área de la evaluación del riesgo, en su época reproductiva (1-baja; 2-intermedia; 3-alta)?	3	<i>P. clarkii</i> tolera períodos de sequía, bajas concentraciones de oxígeno, tiene un rango relativamente amplio de salinidad y temperatura esta positivamente asociada a condiciones climáticas cálidas y se ha establecido en ambientes de éste tipo como en la Península Ibérica, este de África e Israel. (Gutiérrez-Yurrita et al. 1999; Mkoji et al. 1999; Capinha et al. 2012)	4
5	2.02	¿Cuál es la calidad de la información para determinar la coincidencia climática (1-baja;	3	Modelos climáticos como GARP. Maxent, GLM, MP-ANN, SVM, ADT.	4

		2-intermedia; 3-alta)?		(Capinha et al. 2012;	
6	2.03	¿Tiene la especie una amplia adaptabilidad climática (versatilidad ambiental)?	Sí	Se reporta un rango relativamente amplio de temperatura 5-38 °C (Gutiérrez-Yurritia et al. 1999)	4
7	2.04	¿La especie es nativa, o se ha naturalizado en regiones con climas similares a los del área de la evaluación de riesgo?	Sí	Se ha establecido en casi todos los continentes con excepción de Australia y Antártida (Huner and Barr 1984)	4
8	2.05	¿Tiene la especie antecedentes de haber sido introducida exitosamente (i.e. se ha establecido) fuera de su rango de distribución natural?	Sí	Se ha establecido en casi todos los continentes con excepción de Australia y Antártida (Huner and Barr 1984; Campos 2005; Hernández et al. 2008)	4
9	3.01	¿La especie se ha naturalizado (establecido poblaciones viables) más allá de su rango de distribución nativa?	Sí	Si se ha naturalizado en casi todos los países donde ha sido introducida (Huner & Barr 1984; Hobbs et al. 1989; Hernández et al. 2008; Killian et al. 2009)	4
10	3.02	En el rango en el cual se naturalizó la especie, ¿se conocen impactos a poblaciones silvestres de especies comerciales o de pesca deportiva?	Sí	Tiene efecto negativo sobre anfibios, gastrópodos, larvas de insectos, macrofitas, comunidades de peces. (Renai & Gherardi 2004; Cruz and Rebelo, 2005; Xu et al 2006; Cruz et al 2006; Geiger et al. 2005; Rodríguez et al. 2005; Ilhéu and Bernardo 1993a, 1995, Momot 1995; Smart et al. 2002; Ilhéu et al. 2007)	4
11	3.03	En el rango en el cual se naturalizó la especie, ¿se conocen impactos a especies	Sí	Se le atribuye la dispersión de enfermedades causadas por el hongo <i>Aphanomyces astaci</i> , y es causal de las	4

		producidas por la acuicultura o para uso ornamental?		desaparición o disminución de especies de acociles nativos ( Rodríguez-Almaráz 1992; Gheraldi 2006; Gheraldi 2007 )	
12	3.04	En el rango en el cual se naturalizó la especie, ¿se conocen impactos a ríos, lagos o a los servicios que proporciona un ecosistema?	Sí	Tiene efecto negativo de destrucción sobre macrofitas debido a la actividad bentónica ocasionando turbidez acuática y ambientes anóxicos (Geiger et al. 2005; Rodríguez et al. 2005)	4
13	3.05	¿Tiene la especie congéneres invasivos?	Sí	Marmorcrebs ( <i>Procambarus fallax f. virgialis</i> ) (Marten et al. 2004; Marzano et al. 2009; Chucholl & Pfeiffer 2010), <i>Procambarus alleni</i> (Chorcholl 2013).	4
14	4.01	¿La especie es venenosa, o representa un riesgo para la salud humana?	Sí	Puede causar paragonimiasis (Huner and Barr 1984; Longshaw 2011)	4
15	4.02	¿Compite la especie con especies nativas?	Sí	<i>Procambarus regiomontaus</i> (Rodríguez-Almaraz & Campos 1994) <i>Autropotamobius pallipes</i> (Gil Sánchez & Alba Tercedor 2006 ; Barbaresi & Gherardi 2006);	4
16	4.03	¿La especie parasita a otras especies o actúa como depredador?	Sí	Actúa como depredador de otras especies y entre la misma especie (Huner & Barr 1984)	4
17	4.04	¿La especie le desagrada a, o carece de, depredadores naturales?	No	Posee depredadores como Insectos acuáticos (ninfas de libélulas, arañas) que depredan acociles recién eclosionados. Otros pez sol, pez gato, catán, rana toro, serpientes, aves (como garzas y aves zancudas, patos), mapaches y los acociles se pueden	4

				depredar unos con otros. (Huner & Barr 1984; Renai & Gherardi 2004; Cruz and Rebelo, 2005; Xu et al 2006; Cruz et al 2006).	
18	4.05	¿Se alimenta la especie de especies nativas?	Sí	Embriones y larvas de anfibios, gasterópodos, peces, insectos y bivalvos (Reynolds and Donohoe 2001; Renai and Gherardi 2004; Cruz and Rebelo, 2005; Xu et al 2006; Cruz et al 2006; Ilhéu et al. 2007)	4
19	4.06	¿Es la especie hospedera, o es un vector, de parásitos y patógenos reconocidos, especialmente no nativos?	Sí	Es portador del hongo <i>Aphanomyces astaci</i> , puede causar la desaparición o disminución de poblaciones de algunos acociles nativos donde es introducido (Campos & Rodríguez-Almaráz 1992; Gherardi 2006; Gherardi 2007;)	3
20	4.07	¿Alcanza la especie un gran tamaño corporal (> 10 cm LT) (más propiciada a ser liberada)?	Sí	Ha presentado LT 108 mm, 116 mm, 135mm Rodríguez-Almaráz y Compean Jiménez; Franco-Sustaita y Rodríguez-Almaráz; Holdich 2002; Huner and Barr 1984)	4
21	4.08	¿Tiene la especie una amplia tolerancia salina o es eurihalina en alguna etapa de su ciclo de vida?	No	0-12 ppt (Huner and Barr 1984)	4
22	4.09	¿Es la especie tolerante a la desecación en alguna etapa de su ciclo de vida?	Sí	Pueden sobrevivir en secas resguardándose en madrigueras (Gerardhi 2006; Ilhéu et al. 2007)	3
23	4.10	¿Es la especie tolerante a un amplio rango de condiciones	Sí	Ya que habita ríos, lagos, lagunas, estanques en cuatro continentes del	4

		de velocidad del agua (versátil en la utilización de su hábitat)?		mundo(Huner y Barr, 1984; Hobbs III et al., 1989; Campos y Rodríguez-Almaraz, 1992; Cruz M & Rebelo R. 2006; Wizen G <i>et al.</i> 2008)	
24	4.11	La alimentación u otros comportamientos de la especie modifican o reducen la calidad del hábitat para las especies nativas?	Sí	Tiene actividad bentónica y ocasiona turbidez, es politrófico, alterando las cadenas alimenticias y el flujo de energía (Ilhéu and Bernardo 1993a, 1993b, 1995, Nystrom 2002, Alcorlo et al. 2004; Gherardi and Barbaresi, 2007),	4
25	4.12	¿Requiere la especie de un tamaño de población mínimo para mantener poblaciones viables?	No	Ya que una sola hembra es capaz de producir hasta 500 huevos (Huner and Barr 1984)	4
26	5.01	¿Tiene la especie un amplio rango de temperatura?	Sí	<38°C, óptimas 18°-22°C (Huner and Barr 1984; Re-Araujo and Buckle-Ramirez 1985;Holdich 2007)	4
27	5.02	¿Es la especie un depredador voraz?	Sí	Posee amplio espectro alimenticio y se consumen entre individuos de la misma especie (Huner and Barr 1984; observ. Pers.)	4
28	5.03	¿La especie es omnívora?	Sí	Posee amplia plasticidad en su comportamiento alimenticio en de acuerdo a la disponibilidad de los alimentos (Ilhéu and Bernardo 1993a, 1993b, 1995, Nystrom 2002, Alcorlo et al. 2004; Gherardi and Barbaresi, 2007)	4

29	5.04	¿La especie es planctívora o detritívora?	Sí	Cambia de detritívoro/herbívoro a los hábitos carroñero/carnívoro en respuesta a la disponibilidad de los alimentos (Ilhéu and Bernardo 1993a, 1993b, 1995, Nystrom 2002, Alcorlo et al. 2004; Gherardi and Barbaresi, 2007)	3
30	6.01	¿La especie exhibe cuidado paterno y/o es capaz de adelantar su madurez sexual en respuesta al medio ambiente?	Sí	Son estrategias "r" (Gheraldi 2007)	4
31	6.02	¿Produce la especie gametos viables?	Sí	Ya que una hembra de 10 cm produce unos 500 huevecillos, a los cuales mantiene entre sus apéndices (Huner & Bar 1984)	4
32	6.03	¿La especie se hibridiza naturalmente con especies nativas?	No	No existen evidencias	2
33	6.04	¿La especie es hermafrodita o gino genética?	No	No existen evidencias	3
34	6.05	¿La especie depende de la presencia de otra especie (o una característica específica del hábitat) para completar su ciclo de vida?	No	No	4
35	6.06	¿La especie es altamente fecunda, es iteropara o tiene un larga temporada de reproducción?	Sí	Una hembra de 10 cm puede producir hasta 500 huevecillos y se puede reproducir hasta dos veces al año (Huner & Barr 1984)	4

36	6.07	¿Cuál es el tiempo generacional mínimo conocido para la especie (en años)?	2	Puede producir hasta dos generaciones por año. (Huner & Barr 1984)	3
37	7.01	¿Puede ser la especie dispersada involuntariamente en alguna etapa de su vida?	Sí	Pueden ser transportados juveniles entre macrofitas sobre lachas, a través del movimiento activo en sistemas de canal, así como por huracanes e inundaciones (Kolar and Lodge, 2002; Bij de Vaate et al 2002)	4
38	7.02	¿Puede ser la especie dispersada en alguna etapa de su vida intencionalmente por el humano (y existen hábitats apropiados abundantes en las cercanías)?	Sí	La mayoría de sus introducciones ha sido de manera intencional principalmente para acuicultura, ornamental, carnada y control biológico (Gollash 2006; Gail et al 2007; Galil 2008; Champion et al, 2010; Panov et al 2011)	4
39	7.03	¿Puede ser la especie dispersada en alguna etapa de su vida como un contaminante de materias primas?	No	No hay evidencias	4
40	7.04	¿Su dispersión natural ocurre en función de la dispersión de sus huevos y / o del movimiento de un sustrato adecuado?	No	Debido a que los huevos se mantienen adheridos a los pleópodos de la hembra durante su fase embrionaria (Huner & Barr 1984)	3
41	7.05	¿Su dispersión natural ocurre en función de la dispersión de sus larvas (a lo largo de hábitats lineares y/o	Sí	Ya que los individuos son liberados de los pleópodos de la madre como adultos pequeños son completamente capaces de desplazarse por sí solos (Huner &	4

		transitorios)?		Barr 1984)	
42	7.06	¿Migran los adultos o juveniles de la especie (ej. Reproducción, alimentación)?	No	Ya que no son especies migradoras	4
43	7.07	¿Se sabe si alguna de las etapas de vida de la especie es dispersada por otros animales (experimentalmente)?	No	No hay evidencias	3
44	7.08	La dispersión de la especie depende de su densidad?	Sí	La especie posee un comportamiento territorial, el cual ocasiona el desplazamiento de los individuos más débiles (Huner & Barr 1984)	4
45	8.01	¿Alguna etapa de su vida puede sobrevivir al transporte fuera del agua?	Sí	Tienen la capacidad de sobrevivir fuera del agua	4
46	8.02	¿Tolera la especie un amplio rango de condiciones de calidad del agua, especialmente carencia de oxígeno y temperaturas altas?	Sí	Pueden sobre vivir en condiciones bajas de oxígeno y altas temperaturas (2 mg/l y hasta 38 °C) Huner & Barr 1984)	4
47	8.03	¿La especie es sensible a agentes de control químico?	Sí	Insecticidas organofosforados, organoclorados y piretroides.(Cebrian <i>et al.</i> 1992; Naqvi and Leung 1983; Sarojini <i>et al.</i> 1993; Sánchez-Hernández 2001)	4
48	8.04	¿La especie tolera o se beneficia de disturbios ambientales?	Sí	La especie puede tolerar disturbios ambientales ya que muchas veces son los causales de éstos, además es capaz de tolerar diferentes condiciones (Huner	4

---

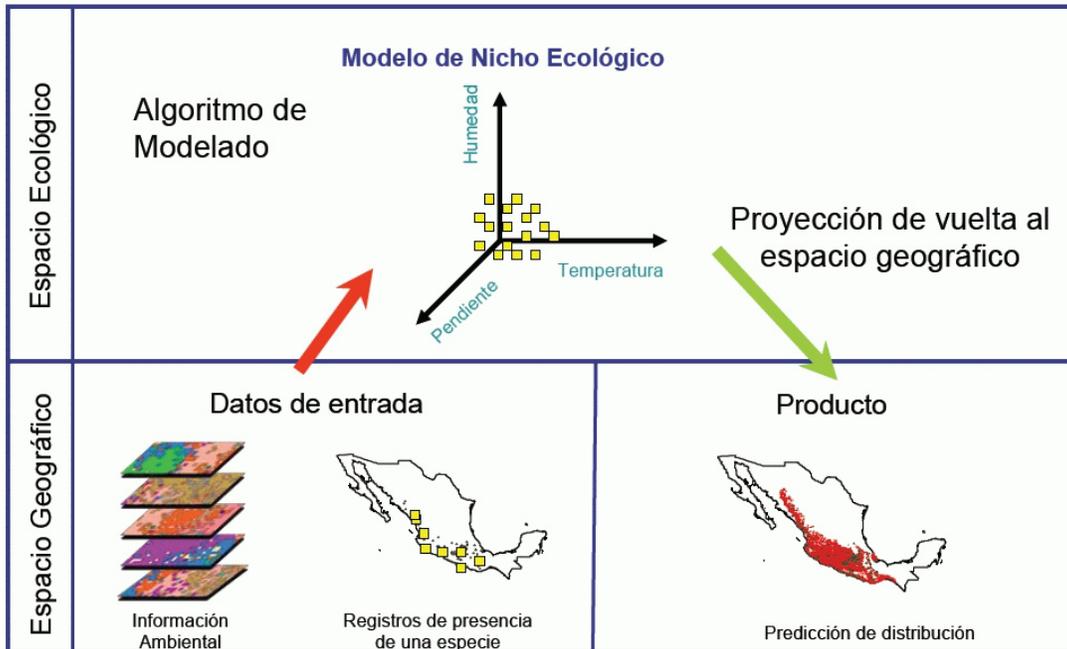
---

				& Bar 1984)	
49	8.05	¿Hay enemigos naturales de la especie presentes en el área de la evaluación de riesgo?	Sí	Aunque existen diversos depredadores, no hay evidencias de que puedan controlarlas poblaciones (Huner & Barr 1984)	4

### ANEXO 3

## DIAGRAMA DEL MODELADO DE NICHOS ECOLOGICOS Y DISTRIBUCIONES GEOGRAFICAS

Original de Martínez Meyer y Peterson, 2010



## LITERATURA CITADA

- Abdo de la Parra, I. 19914. Análisis de la fecundidad y algunos aspectos de crecimiento de *Procambarus Clarkii* y *P. simulans* (Decapada: *Cambaridae*) del área central del estado de Nuevo León. Tesis inédita. Fac. de Ciencias Biológicas, U.A.N.L., 109 págs.
- Abrahamson, S.A.A. 1972. Fecundity and Growth of some populations of *Astacus astacus* Linné in Sweden with special regard to introductions in northern Sweden. Institute of freshwater Research. 52: 23-37.
- Adams J; Tuchman N; Moore P. Effects of CO<sub>2</sub>-altered detritus on growth and chemically mediated decisions in crayfish (*Procambarus clarkii*). J. N. Am. Benthol. Soc. 24(2):330–345.
- Aiken, D.E. and S. L. Waddy. 1992. The growth process in crayfish. Reviews in Aquatic Sciences, 6:335-381.
- Alonso-Reyes M., J. Bortolini-Rosales y F. Álvarez. 2010. Análisis discriminante aplicado a los grupos sexuales de *Potimirim mexicana*, camarón hermafrodita protándrico. Revista Mexicana de Biodiversidad 81: S187- S192.
- Álvarez F, Villalobos JI, Lira E. (1996) Decapada, In: Llorente-Bousquets et al (eds.) Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México I: hacia una síntesis de su conocimiento y uso de la Biodiversidad-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Álvarez F, Almaráz G. 2008. Crustáceos de México, estado actual de su conocimiento. Cap. Sistemática de los acociles de México. López M. 115-165.
- Auvergne, A. 1982. El cangrejo de río. Cría y explotación. Primera edición Editorial Mundi-Prensa Madrid, España. 117 p.
- Avault, Jr. J.W. 1972. Crayfish farming in the United States. First International Symposium of Freshwater Crayfish. Austria 1:239-250.
- Avault, Jr. J.W. 1976. Crayfish in Europe: Some facts and Folklore. Annual meeting Louisiana Crawfish Farmers Association 1-9.
- Barbaresi S & 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, Gherardi F, Mengoni A, Souty C, Gherardi F. 2007. Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats. Chapter 20. Genetics and invasion biology in fresh waters: a pilot study of *Procambarus clarkii* in Europe. Springer. 381–400
- Barbosa-Saldaña M., Díaz-Jaime P. y Uribe-Alcocer M. 2012. Variación morfológica del camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en el Pacífico mexicano. Revista mexicana de biodiversidad 83: 42-50.
- Bittner. G.D. and Kopanda. 1973. Factors influencing molting in the crayfish *Procambarus clarkia*. J. Exp. Zool. 186: 7-16.
- Blake M. 1995. The vulnerability of juvenile signal crayfish to perch and eel predation. Freshwater Biology 33, 233–244.
- Black J and Huner J. 1976. Breeding your own crayfish stock. Carolina tips 42 (4): 1-3.

Campos M. 2005. *Procambarus (Scapulicambarus) clarkii* (Girard, 1852), (Crustacea: Decapoda: Cambaridae). Una langostilla no nativa en Colombia. *Zoología*. 29(111): 295-302.

Campos-González, E. 1982. Distribución geográfica, ciclo de vida y hábitos de *Procambarus simulans regiomontanus* Villalobos, en el estado de Nuevo León, México. Tesis inédita, Fac. De Ciencias Biológicas, U.A.N.L. 45 págs.

Campos E., Rodríguez G. 1992. Distribution of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (GIRARD, 1852) (DECAPODA: CAMBARIDAE) in Mexico: an update. *Crustacean Biology* 12(4):627-630.

Cano E. y Ocete M. 2000. Average size and reproductive ecology of *Procambarus clarkii* Girard (1852) (Decapoda, Cambaridae) in the Guadalquivir river marshes. *Laboratorio de Zoología Aplicada. Departamento de Fisiología y Biología Animal. Vol. 11, 17-26.*

Capdevila-Argüelles L., A. Iglesias, J. Orueta, B Zilletti. 2006. ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS: Diagnóstico y bases

para la prevención y el manejo. Organismo autónomo parques nacionales. Cap. 6. Pp. 125-140.

ministerio de medio ambiente

Carta Nacional Pesquera pág. 140.

Corey, S. 1987. Intraspecific Differences in Reproductive Potential, Realized Reproduction in the Crayfish *Orconectes propinquus* (Girard, 1852) in Notario. *The American Midland Naturalist* 118(2): 424-431.

Corey, S. and D.M. Reid. 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans I. The fecundity of thirty three species of nine families of caridean shrimps. *Crustaceana*, 60: 270-294.

Crandall, K.A. 2010. *Procambarus clarkii*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 29 May 2014.

Crehuet M, Alcorlo P, Bravo-Utrera M, Baltana A and Montes C. 2007. Assessing the trophic ecology of crayfish: a case study of the invasive *Procambarus clarkii*. Chapter thirty Invasions. Gherardi F.

Cruz, M. J. and R. Rebelo. 2005. Vulnerability of Southwest Iberian amphibians to an introduced crayfish, *Procambarus clarkii*. *Amphibia-Reptilia* 26, 293–303.

Cruz, S.E. y R. Civera. 1982. Bioensayos de incubación artificial Del acocil *Cambarellus montezumae* (Decapada-Astacidae). Tesis de Licenciatura Univ. Aut. Metropolitana, 75 pp.

Chisaka H and Kozawa Y. 2003. Fine structure and mineralization of the gastric mill in the crayfish *procambarus clarkii* during intermolt stage. *Journal of crustacean biology*, 23(2): 371–379

Churcholl C. 2013. Invaders for sale: trade and determinants of introduction of ornamental freshwater crayfish. *Biol Invasions*.15:125–141.

Dörr A, La Porta G, Pedicillo G, Lorenzoni M. 2006. Biology of *Procambarus clarkii* (GIRARD, 1852) in Lake Trasimeno. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 380-381: 1155-1168

González-Aguilar, J.A. 1995. Índices gonadosómicos y análisis trófico de una población de *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decápoda; Cambaridea). De Nuevo León México. Tesis inédita, Fac. De Ciencias Biológicas, U.A.N.L., 53 págs.

Goyert, J. and Avault W Jr. 1978. Effects of stocking, density and subnature on growth and survival of crayfish (*Procambarus clarkia*) grown in a recirculating culture system. Proceedings of the ninth annual meeting world mariculture society. 9: 731-735.

Campos M.R. 2005. *Procambarus* (*Scapulicambarus*) *clarkii* (Girard, 1852), (Crustacea: Decapada: Cambaridae). Una langostilla no nativa en Colombia. Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales III: 295-302.

Fetzner, J.W. Jr & Crandall, K.A. 2001. Genetic variation. In: Biology of Freshwater Crayfish, (ed. D. M. Holdich), pp. 291-326. Blackwell Science, Oxford

Gamradt, S. C. and L. B. Kats. 1996. Effect of introduced crayfish and mosquito fish on California newts (*Taricha torosa*). Conservation Biology 10, 1155–1162.

Gherardi F., L Aquiloni, J. Diéguez-Urbeondo, E. Tricarico. 2011. Managing invasive crayfish: is there a hope?. Aquat Sci 73:185–200.

Geiger, W., P. Alcorlo, A. Baltana's, and C. Montes. 2005. Impact of an introduced Crustacean on the trophic webs of Mediterranean wetlands. Biological Invasions 7, 49–73.

Gil J. & Alba J. 2006. The decline of the endangered populations of the native freshwater crayfish (*Austropotamobius pallipes*) in southern Spain: it is possible to avoid extinction?. Hydrobiologia 559:113–122.

Gherardi F and Holdich DM (Eds) (1999) Crayfish in Europe as Alien Species. How to Make the Best of a Bad Situation? Balkema, Rotterdam, The Netherlands.

Gherardi F. 2007. Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats. Springer. 29–75\_697–702.

Gherardi F and Acquistapace P. 2007. Invasive crayfish in Europe: the impact of *Procambarus clarkii* on the littoral community of a Mediterranean lake. Freshwater Biology, 52, 1249–1259.

Global Invasive Species. 2011.

Figiel Ch Jr. and Miller G. 1995. The Frequency of Chela Autotomy and Its Influence on the Growth and Survival of the Crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae). Crustaceana. Vol. 68, No. 4. Pp. 472-483

Fujimori T and Abe H. 2002. Physiological roles of free D- and L-alanine in the crayfish *Procambarus clarkii* with special reference to osmotic and anoxic stress responses. Comparative Biochemistry and Physiology Part A 131-893–900.

Halim A and Hassan M. 2010. Anatomical and histological studies on the male reproductive system of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. Egypt J. Aquat. Biol. & Fish., Vol.14, No.1: 87-100.

Hanfling B, Edwards F, Gherardi F. 2011. Invasive alien Crustacea: dispersal, establishment, impact and control. BioControl 56: 573-595.

- Hazzlett B and Rittschof D. 1985. Variation in rate of growth in the crayfish *Orconectes virilis*. *Journal of Crustacean Biology*. 53:341-346.
- Herborg LM, C Jerde, D Lodge, GM Ruiz, HJ Maclsaac (2007a). Predicting invasion risk using measures of introduction effort and environmental niche models. *Ecol Appl* 17:663-674.
- Herborg LM, Rudnick DA, Siliang Y, Lodge D (2007) Predicting the Range of Chinese Mitten Crabs in Europe. *Conservation Biology* Volume 21, No. 5, 1316-1323.
- Hernández L, Maeda A, Ruiz G, Rodríguez G, Alonzo F., Sainz J. 2007. Geographic expansion of the invasive red crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Crustacea: Decapoda) in Mexico. *Biol. Invasions*.
- Hobbs, H.H. Jr. 1942. The crayfishes of Florida. University of Florida Publications, Biological Science Series, 3(2), 179 pp.
- Hobbs, H.H. Jr. 1962. La presencia de *Procambarus clarkii* (Girard) en los estados de Chihuahua y Sonora, México. (Decapoda, Astacidae). *Anuales del Instituto de Biología (Universidad Autónoma de México)* 23 (1 y 2): 273-276.
- Hobbs, H.H. Jr. 1976. Crawfishes (Astacidae) of North and Middle America. *Water Pollution Control Research Series*. U.S. Environmental Protection Agency. Pp. 1-73.
- Hobbs, H.H. Jr. 1984. On the Distribution of the Crayfish genus *Procambarus* (Decapoda: Cambaridae). *Journal of Crustacean Biology*, 4: 12-24.
- Hobbs, H.H. Jr. 1989. An illustrated checklist of the American crayfishes (Decapoda: Astacidae, Cambaridae and Parastacidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 180:391-413.
- Hobbs, H.H. and L.J. Marchand. 1943. A Contribution toward knowledge of the crawfishes of the Reelfoot Lake area. *Journal of the Tennessee Academy of Sciences* 18(1):6-35.
- Hogger J. 1988. Ecology, population and behaviour. Pages 114–144 in D. M. Holdich and R. S. Lowery, editors. *Freshwater crayfish: Biology, Management and Exploitation*. Croom Helm, London, UK.
- Huner, J.V. 1976. The biological feasibility of raising baitsized. Red Swamp Crawfish *Procambarus clarkia* (Girard) in Louisiana. *Dessertation Abstracts International*. 36 (7).
- Huner, J.V. 1990. Biology, fisheries, and cultivation of freshwater crawfishes in the U.S. *Aquatic Sciences*. Vol. 2 (2): 229-254.
- Huner, J.V and J.W. Avault, Jr. 1976a. Sequential pond flooding: A prospective management technique por extended production of bait size crawfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 105: 637-642.
- Huner, J.V and J.W. Avault, Jr. 1976b. The molt cycle of subadult Red Swamp Crawfish, *Procambarus clarkii* (Girard). *Proceedings of the World Mariculture Society*, 7: 267-273.
- Huner, J.V and O.V. Lindqvist. 1991. Special problems in freshwater crayfish egg production 235-246. In: *Crustacean production* Werner, A. y A. Kuris (Eds.) Vol. 7 *Crustacean Issues*. A.A. Balkem-Rotterdam-Brookfield.

Huner, J.V and R.P. Romaine, 1978. Size at maturity as a means of comparing populations of *Procambarus clarkia* (Girard) (Crustacean: Decapoda) from different habitats. In: Four hint. Symp. On freshwater crayfish, Thononles-Bains, France.

Januchowski-H., S, VanDerWal J., Sydes D. (2011) . Effective Control of Aquatic Invasive Species in Tropical Australia. Environmental Management. 48: 568-576.

Johnson S and N. Johnson. 2008. Texas Crawdads. Grunwald Printing Company, Corpus Christi, Texas. Pp. 67-72.

Jugovic J., S. Prevorcnik, A. Blejec and B. Sket. 2011. Morphological differentiation in the cave shrimps *Troglocaris* (Crustacea: Decapoda: Atyidae) of the Dinaric karst – a consequence of geographical isolation or adaptation?. J Zool Syst Evol Res doi: 10.1111/j.1439-0469.2010.00611.x.

Kato N. y T. Miyashita.2005. Exploring The Mechanisms Causing A High Allometric Value of Female Pleopod In The Crayfish *Procambarus clarkii*. Zoological Science 22: 717-721.

Kolar CS, Lodge DM (2002) Ecological predictions and risk assessment for alien fishes in North America. Science 298: 1233-1236.

La Caze, C. 1976. Crawfish farming. Louisiana Wildlife and Fisheries Comission Bull 7: 1-26.

Larson E and Olden J. 2013. Crayfish occupancy and abundance in lakes of the Pacific Northwest, USA. Freshwater Science 32(1):94–107.

Lee, C.E. 2000. Global Phylogeography of a Cryptic Copepod Species Complex and Reproductive Isolation between Genetically Proximate "Populations". 54(6)>2014-2027.

Lee, C and Frost B. 2002. Morphological stasis in the *Eurytemora affinis* species complex (Copepoda: Temoridae).

Lieb D, Bouchard R, and Carline R. 2011. Crayfish fauna of southeastern Pennsylvania: distributions, ecology, and changes over the last century. Journal of Crustacean Biology, 31(1): 166-178.

López M, Álvarez F, Mejía L. (2004). *Procambarus (Villalobosus) chacalli* (Crustacea: Deacapoda: Cambaridae) a new species of crayfish from Mexico. Proc Biol Soc Wash 117(2):169-175.

Lowery R and Mendes A. 1977. *Procambarus clarkia* in Like Naivasha, Kenya, and its Effects on Established and Potential Fisheries. Aquaculture 11: 111-121.

Lutz, C and Wolters W. 1999. Growth and yiel of red swamp crawfish *Procambarus clarkii*. Journal of the World Aquaculture Society. 17:33-36.

Maeda A, Hernández L, Ruiz G, Rodríguez G, Alonzo F, Sainz J. 2007. Geographic expansion f the invasive red crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Crustacean: decapoda) in Mexico.

Maclsaac H, Borbely J, Muirhead J, Graniero P. (2004). Backcasting and forecasting biological invasions of inland lakes. Ecol Appl 14:773-783.

Mingyang L., Yunwei J., Kumar S., Thomas J. 2008. Modeling potential habitats for alien species *Dreissena polymorpha* in Continental USA. Science Direct. 28 (9), 4253-4258.

Moyle, P. and Light T. 1996. Biological invasions of fresh water: empirical rules and assembly theory. Biological Conservation 78, 149–161.

Mommot, W.T. 1978. Annual production and production/biomass of the crawfish, *Orconectes virilis* in two Northern Ontario Lakes. Trans. Am. Fish. Soc., 96:202-209.

Mommot, W.T. 1984. Crawfish Production. A Reflection of Community Energetics Journal of Crustacean Biology 4(1):35-53.

Monteclaro M, Anraku K, Uno S, Koyama J, Matsuoka T, and Hong Y. 2011. Sensitivity of Crayfish *Procambarus clarkii* Antennules to Hydrodynamic Stimuli is reduced during Diazinon Exposure. Zoological Studies 50(2): 145-154

Montemayor J, Mendoza R, Aguilera C, Rodríguez G. 2010. Influencia de la alimentación sobre la reproducción y crecimiento del acocil regio (*Procambarus regiomontanus*), especie en peligro de extinción. Ciencia UANL.

Mueller K. 2007. Reproductive Habits of Non-native Red Swamp Crayfish (*Procambarus clarkii*) at Pine Lake, Sammamish, Washington. Northwest Science, 81(3):246-250.

Nystrom, P. 1999. Ecological impact of introduced and native crayfish on freshwater communities: European perspectives. Pages 63–84 in F. Gherardi and M. Holdich, editors. Crayfish in Europe as alien species: How to make the best of a bad situation? A. A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands

Ojasti J., González Jiménez E y Szeplaki L.B. (Eds.). 2001. Informe sobre las especies exóticas en Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Oficina Nacional de Biodiversidad Biológica. Caracas-Venezuela.

Ojaveer H., B.Galil, D. Minchin, S. Olenin, A. Amorim, J. Canning-Clode, P. Chainho, G. Copp, S. Gollaschi, A. Jelmert, M. Lehtiniemi, C. McKenzie, J. Mikušm, L. Miossec, A. Occhipinti-Ambrogi, M. Pečarevičm, J. Pederson, G. Quilez-Badia, J. Wijsman, A. Zenetos. 2014. Ten recommendations for advancing the assessment and management of non-indigenous species in marine ecosystems. Marine Policy 44. 160–165.

Parker I, Simberloff D, Lonsdale W, Goodell K, Wonham M, Kareiva P, Williamson M, Von B, Moyle P, Byers J, and Goldwasser L. 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. Biological Invasions 1, 3–19.

Patoka J, Petrtýl M & Kalous L. 2013. Growth of juvenile red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) (Decapoda: Cambaridae) reared in groups consisting of either sibling and non sibling individuals. Acta Soc. Zool. Bohem. 77: 67–71.

Payne, J.F. 1978. Aspects of the life histories of selected species of North American Crayfishes. The Fisheries Bulletin. 3:5-8.

Pollock, D.E. 1991. Population regulation and stock-recruitment relationships in some crayfish and lobster populations. *In*: Crustacean egg production. Werner, A and A. Kurid (eds.) Vol. 7 Crustacean Issues. A.A. Balken-Rotterdam-Brookfield.

Reda M. 2006. Red Swamp Crayfish (PROCAMBARUS CLARKII) In River Nile, Egypt. National Institute of Oceanography and Fisheries.

Renai, B. and F. Gherardi. 2004. Predatory efficiency of crayfish: comparison between indigenous and non-indigenous species. *Biological Invasions* 6, 89–99.

Rodríguez-Canto. 1998. Crecimiento y campo de crecimiento de la langosta de quelas rojas *Cherax quadricarinatus* (Crustacea: Parastacidae) en condiciones de laboratorio. TESIS. Universidad Autónoma Metropolitana.

Rodríguez C, Becares E, Fernández M, and Fernández C. 2005. Loss of diversity and degradation of wetlands as a result of introducing exotic crayfish. *Biological Invasions* 7, 75–85.

Rodríguez-Almaraz, G.A. 1992. Tamaño poblacional, morfometría y crecimiento de *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacean: Cambaridae) del área central de Nuevo León, México. Tesis inédita, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, México, 107 págs.

Rodríguez-Almaraz, y G. Compean-Jimenez. 1991. Crecimiento mensual de *Procambarus clarkii* (Girard) (Decapada: Cambaridae) en condiciones de laboratorio. *Publicaciones Biológicas, F.C.B./U.A.N.L.*, 5:45-48.

Rodríguez-Almaraz, M.A. Coronado-Magdaleno y E. Campos. 1993. Distribución y Notas Ecológicas de los Acociles (Cambaridae: *Procambarus*) del Estado de Tamaulipas, México. *The Southwestern Naturalist* 38(4):390-393.

Rodríguez-Almaraz and E. Campos. 1994. Distribution and status of the crayfishes (Cambaridae) of Nuevo Leon, Mexico. *Journal of Crustacean Biology*, 14:729-735.

Rodríguez-Almaraz and Mendoza-Alfaro. 1997. Biological and ecological notes of *Palaemonetes suttkusi* (Crustacean: Palaemonidae) from Cuatrociénegas basin, Coahuila, Mexico. *The Southwestern Naturalist.*, 42:501-504.

Rodríguez-Almaraz and Mendoza-Alfaro. 1999. Crustaceos nativos de agua dulce: conocimiento y utilizaron. 3ª. Reunion Nacional de Redes de Acuicultura, Cuernavaca, Morelos.

Rodríguez-Almaraz, G.A. 2001. Fisiología Reproductiva del Acocil Rojo *Procambarus clarkii* (Crustacean:Decapada): Establecimiento del Ciclo de Maduración Gonadal y Evaluación de su Potencial reproductivo. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, 225 pags.

Rodríguez C, Bécares E, Fernández M & Fernández C. 2005. Loss of diversity and degradation of wetlands as a result of introducing exotic crayfish. *Biological Invasions* 7: 75–85.

Romare, R.P., McClain, W.R. & Lutz, C.G. 2004. Crawfish production: harvesting. SRAC Publication No. 2400. Southern Regional Aquaculture Center, Mississippi, USA. 6 pp.

Romare, R.P., McClain, W.R., Shirley, M.G. & Lutz, C.G. 2005. Crawfish aquaculture: marketing. SRAC Publication No. 2402. Southern Regional Aquaculture Center, Mississippi, USA. 8 pp.

- Sanchez I. y Angeler D., 2006. A conceptual model of exotic crayfish (*Procambarus clarkii*) effects on charophyte propagule Banks in wetlands. *Revista Latinamericana de Recursos Naturales* 2 (1): 17-23.
- Sakai A., F. Allendorf, J. Holt, D. Lodge, J. Molofsky, K. With, S. Baughman, R. Cabin, J. Cohen, N. Ellstrand, D. McCauley, P. O'Neil, I. Parker, J. Thompson, S. Weller. 2001. The population biology of invasive species. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 32:305–32.
- Silva G. 1993. Ciclo biológico e produção do lagostim vermelho da Louisiana (*Procambarus clarkii*, Girard) Na Região Do Baixo Mondego. Tesis para prestação de provas de mestrado em ecologia animal. Universidade De Coimbra.
- Sinclair E.A., J.W. Fetzner Jr., J. Buhay and K.A. Crandall. 14: 21-29.
- Slater, F. M. and G. Rayner. 1993. *Austropotamobius pallipes* in otter diet in the mid-Wye catchment of central Wales. *Freshwater Crayfish* 9, 365–367.
- Sommer, T.R. 1984. The biological response of the crayfish *Procambarus clarkia* to transplantation into California ricefields. *Aquaculture*, 41:373-384.
- Sommer, T. R. and C. R. Goldman. 1983. The crayfish *Procambarus clarkii* from California ricefields: ecology, problems and potential harvest. *Freshwater Crayfish* 5, 418–428.
- Souty-Grosset, C., Holdich, D.M., Noel, P.Y., Reynolds, J.D. and Haffner, P. (eds.) 2006. Atlas of crayfish in Europe. *Museum national d'Histoire naturelle, Paris*. 187 pages. Patrimoines naturels, 64.
- Stenroth, P. and P. Nyström. 2003. Exotic crayfish in a brown water stream: effects on juvenile trout, invertebrates and algae. *Freshwater Biology* 48, 466–475.
- Stewart B., G. Gouws, S. Daniels y C. Mathee. 2003. Delimitation of morphologically similar sponge crab species of the genus *Pseudodromia* (Crustacea, Decapoda, Dromiidae) from South Africa. *Zoologica Scripta*, 33: 44-55.
- Stewart P, McKenzie A, Simon T. 2010. Agonistic Interactions Among Size-Matched form I and form II Male *Procambarus suttkusi* (Choctawhatchee Crayfish) and Amanda M. Baker. *Southeastern Naturalist*, 9(3):231-244.
- Souty-Grosset, C., Holdich, D.M., Noel, P.Y., Reynolds, J.D. and Haffner, P. (Eds.) 2006. Atlas of crayfish in Europe. *Museum national d'Histoire naturelle, Paris*. 187 pages. Patrimoines naturels, 64
- Suedel B, Bridges T, Kim J, Payne B, and Miller A. 2007. Application of Risk Assessment and Decision Analysis to Aquatic Nuisance Species. *Integrated Environmental Assessment and Management — Volume 3, Number 1—pp. 79–89.*
- Suko, T. 1953. Studies on the development of the crayfish. I. The development of secondary sexual characters in appendages. *Science reports of Saitama University*. 1B 77-96.

Suko, T. 1958. Studies on the development of the crayfish. VI. The Reproductive cycle. Science Reports of the Saitama University. 3B: 79-91.

Takagi Y, Ishii K, Ozaki N and Nagasawa H. 2000. Immunolocalization of Gastrolith Matrix Protein (GAMP) in the Gastroliths and Exoskeleton of Crayfish, *Procambarus clarkii*. Zoological science 17: 179–184.

The IUCN Red List of Threatened Species. 2013.

Tobias-Chavana, J. A. 1991. Efecto de la ablacion unilateral del pedúnculo ocular sobre la muda y el desarrollo gonadal en hembras del cangrejo de rio *Procambarus clarki* (Girard, 1852). Tesis inédita, Fac. de Ciencias Biológicas, U.A.N.L., 75 pags.

Tricarico E, Bertocchi S, Brusconi S, Casalone E, Gherardi F, Giorgi G, Mastromei G, Parisi G. 2008. Depuration of microcystin-LR from the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* with assessment of its food quality. Aquaculture 285-90–95.

Villalobos-Hiriart, J.L. A.C. Diaz-Barriga y E. Lira Fernández. 1993. Los crustáceos de agua dulce de Mexico. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Vol Esp. (XLIV):267-290.

Whiteledge, G. W. and C. F. Rabeni. 1997. Energy sources and ecological role of crayfishes in an Ozark stream: insights from stable isotopes and gut analysis. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54, 2555–2563.

[http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Procambarus\\_clarkii/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Procambarus_clarkii/es)

<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=608>