



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Desarrollo Sustentable

Título

**Morfometría de los langostinos (*Palaemonidae*:
Macrobrachium) con desarrollo larval abreviado en
la zona norte del río Grijalva (Istmo de Tehuantepec)
Chiapas, México.**

TESIS

**Que para obtener el grado de
LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS
NATURALES**

Presenta

Yesica de Jesús Chable May

Director de Tesis

Luis Manuel Mejía Ortíz

Cozumel, Q. Roo, Julio de 2018.

UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Desarrollo Sustentable



Tesis elaborada bajo la supervisión del comité de Tesis del programa de Licenciatura y aprobada como requisito para obtener el grado de:

LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

COMITÉ DE TESIS

Director:


Dr. Luis Manuel Mejía Ortiz



Asesor:


Dr. Oscar Frausto Martínez

Asesor:


Dr. Luis Carlos Santander Botello

UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
SECRETARÍA ADMINISTRATIVA



DEPARTAMENTO DE SERVICIOS
ESTUDIANTILES Y DE RELACIONES

Cozumel, Quintana Roo, México, Julio de 2018

DEDICATORIAS

A mis padres, Geny May Cua y Mario Chable Ortíz, por apoyarme en todo momento, por sus consejos, motivación y amor. A ustedes debo lo que soy y lo que he alcanzado hasta ahora. Este trabajo es en recompensa de todo el sacrificio y esfuerzo que han hecho a lo largo de todo este tiempo.

A mi hermanita, Janet Chable, mi bailarina favorita, por hacerme reír con cada una de tus ocurrencias y ayudarme en tiempos difíciles.

A mi familia, tíos, tías, abuelos, que me motivaron a nunca dejar de luchar por esta meta que comenzó hace cinco años.

A mis dos hermanas del alma, Lizie y Cinthya por estar conmigo en las buenas y malas, por los momentos que hemos vivido juntas y por los que nos faltan por vivir.

A mi novio, Álvaro Raya, por brindarme tu apoyo, por consentirme y estar conmigo en las buenas y malas.

En especial a mi abuela Bertha Cua, que te has convertido en un ángel y aunque ya no estas con nosotros, tu presencia se sigue sintiendo dentro de cada uno de nuestros corazones, fuiste y seguirás siendo para mí, un ejemplo de lucha constante, pues hasta tu último día luchaste por ti y por nosotros.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a mis padres por darme la oportunidad de estudiar, por su cariño y apoyo durante estos cinco años. Por educarme de buena manera y por la confianza que me tienen.

Al Dr. Luis Mejía por la confianza y por guiarme en el desarrollo de este trabajo, por resolver mis dudas, por los conocimientos compartidos en cada una de sus clases y sobre todo por confiar en mí.

Al Dr. Collantes y Dr. Oscar Frausto, por el tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

A Trini por ser una buena amiga, por las largas pláticas, por los consejos y por ayudarnos en cada uno de los trámites.

A mis compañeras y amigas de licenciatura Enoé y Lulú por el tiempo y conocimientos compartidos, por las horas de diversión, estrés y aventuras en cada viaje, por cantar juntas en el laboratorio, porque gracias al apoyo que siempre nos brindamos, este sueño ha concluido.

ÍNDICE

RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN	7
ANTECEDENTES	11
JUSTIFICACIÓN	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
HIPÓTESIS	15
OBJETIVOS.....	16
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS PARTICULARES	16
ÁREA DE ESTUDIO	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
RESULTADOS	22
DISCUSIÓN.....	42
CONCLUSIÓN.....	45
LITERATURA CITADA.....	46

RESUMEN

Los langostinos de la familia Palaemonidae son los crustáceos más diversos dentro del orden Decapoda, cuentan con una amplia distribución geográfica, siendo *Macrobrachium* el género más diverso; son organismos adaptables a diferentes ambientes como en ríos, arroyos, estuarios, pantanos y lagunas costeras. En México, este género se encuentra representado por dos grandes grupos: el primero con etapas larvales extendidas y el segundo con desarrollo larval abreviado, estos últimos habitan en áreas entre 100 y 300 m de altitud alrededor de los sistemas montañosos de las cuencas hidrológicas. Debido a la variabilidad morfológica de estos individuos, las diferencias pueden pasar desapercibidas y con ello, ser confundidos con otras poblaciones que habitan una misma zona o cuerpo de agua determinado, de esta manera, el presente estudio tiene como objetivo comparar morfométricamente poblaciones de langostinos del género *Macrobrachium* del Istmo de Tehuantepec para determinar los niveles de plasticidad, logrando esto mediante la morfometría de las poblaciones de langostinos dulceacuícolas del río Grijalva. En el muestreo, se utilizará una red de cuchara y redes de pecera, realizando un arrastre entre la hojarasca existente en el arroyo. Posteriormente, para la conservación del individuo, se colocarán cada uno en frascos de centelleo saturados con alcohol, etiquetándolas con los datos del sitio (localidad y estado), fecha y hora, coordenadas geográficas y colectores. En el laboratorio, se lleva a cabo el análisis morfométrico empleando un vernier, caja Petri, alcohol, microscopio, lámpara y una base de datos diseñada ex-profeso para registrar las medidas obtenidas. Asimismo, se desarrolla un análisis estadístico usando una prueba de Fisher, una prueba ANOVA, una prueba de rasgos múltiples y gráficas de medias, contando para ello con el soporte del programa Statgraphics.

Palabras clave:

Desarrollo larval abreviado, Istmo de Tehuantepec, langostinos, *Macrobrachium*, Morfométrico

INTRODUCCIÓN

El suborden Caridea se compone de aproximadamente 2,500 especies distribuidas en 21 familias que habitan prácticamente en todos los cuerpos acuáticos del planeta (De Grave *et al.*, 2008). En particular, los langostinos de la familia Palaemonidae son los crustáceos más diversos dentro del orden Decapoda, tienen una amplia distribución geográfica y están representados por numerosas especies en los sistemas marinos, estuarinos y dulceacuícolas (Hernández-Sandoval, 2008). Después de los Atyidae, los Palaemonidae más abundantes pertenecen a la subfamilia Palaemoninae, siendo *Macrobrachium* el género más diverso (De Grave *et al.*, 2008) y están distribuidos en las zonas tropicales y subtropicales.

Los langostinos del género *Macrobrachium* son organismos muy adaptables a diferentes ambientes, pueden localizarse tanto en ríos, arroyos, estuarios, pantanos así como en lagunas costeras (New y Singholka, 1984; Valencia y Campos, 2007) con temperaturas mínimas anuales de 16 °C y máximas de 32 °C (Arroyo-Rentería y Magaña-Ríos, 2001).

Estos organismos, que generalmente habitan en aguas continentales dulceacuícolas, presentan dos estrategias reproductivas en torno a su ciclo de vida (Graça-Melo y Brossi-García, 1999). Existen especies que todo su ciclo de vida se lleva a cabo en ambientes dulceacuícolas (Bueno y Rodríguez, 1995), y otras dependientes de aguas salobres, ya que sus larvas necesitan de este medio para completar su desarrollo (Bueno y Rodríguez, 1995). Las hembras de *Macrobrachium* pueden desovar varias veces al año y producir miles de huevos en cada desove, que son portados bajo el abdomen durante su incubación (García-Guerrero y Hendrickx, 2009), cuya duración depende de la temperatura del agua (García-Guerrero, 2010). Las hembras se alimentan, reproducen y desovan en agua dulce, pero las larvas deben estar en el agua salina al inicio de su desarrollo (Bauer, 2011a; 2011b). En algunas especies, los huevos son incubados y las larvas liberadas río arriba, siendo transportadas a la deriva en dirección al mar (zona estuarina) por el cauce del río. En otros organismos, las hembras migran río abajo, llevando la masa de huevos más cerca de las bahías costeras o estuarios donde eclosionan. Las larvas son planctónicas y su desarrollo se realiza en aguas salobres, una vez que se han transformado y crecido a etapas

juveniles y de adultos jóvenes comienzan a migrar (al aumentar la salinidad), remontan desde las costas, río arriba para encontrar agua dulce y dirigirse hacia sus zonas habituales (Román-Contreras, 1979; Guzmán-Arroyo, 1987; Ponce- Palafox *et al.*, 2002).

El género *Macrobrachium* en México está representado por dos grandes grupos: el primero, donde las etapas larvales se extienden, y el segundo, tiene un desarrollo larvario abreviado. Los individuos con estadios larvarios extendidos son en general mayores que aquellas con estadios larvarios abreviados. En el primer grupo se encuentra las especies *Macrobrachium carcinus*, *Macrobrachium heterochirus*, *Macrobrachium acanthurus*, *Macrobrachium offersii*, *Macrobrachium hobbsi*, *Macrobrachium faustinum*, *Macrobrachium americanum*, *Macrobrachium occidentale*, *Macrobrachium acanthochirus*, *Macrobrachium tenellum*, *Macrobrachium digueti* y *Macrobrachium michoacanus*. Mientras que el segundo grupo con desarrollo larval abreviado son: *Macrobrachium totonacum*, *Macrobrachium tuxtlaense*, *Macrobrachium oaxacae*, *Macrobrachium cosolapaense*, *Macrobrachium jacatepecense*, *Macrobrachium mazatecum* y *Macrobrachium vicconi*, y en la caverna se encuentra *Macrobrachium villalobosi*, *Macrobrachium acherontium* y *Macrobrachium sbordonii*. Las especies con rasgo de desarrollo larvario abreviado en general viven en las cuencas internas o endorreicas, así como en los manantiales de aquellas cuencas que vierten sus aguas hacia el Atlántico y que son bastante largas. En general, estos organismos habitan áreas entre 100 y 300 m de altitud alrededor de los sistemas montañosos de las cuencas hidrológicas (ver figura 1). Debido a que estos sistemas de montaña han surgido en el Cretácico y Terciario, el origen de *Macrobrachium* se ha estimado en el Cretáceo (ver figura 2) (Mejía-Ortíz *et al.*, 2016).

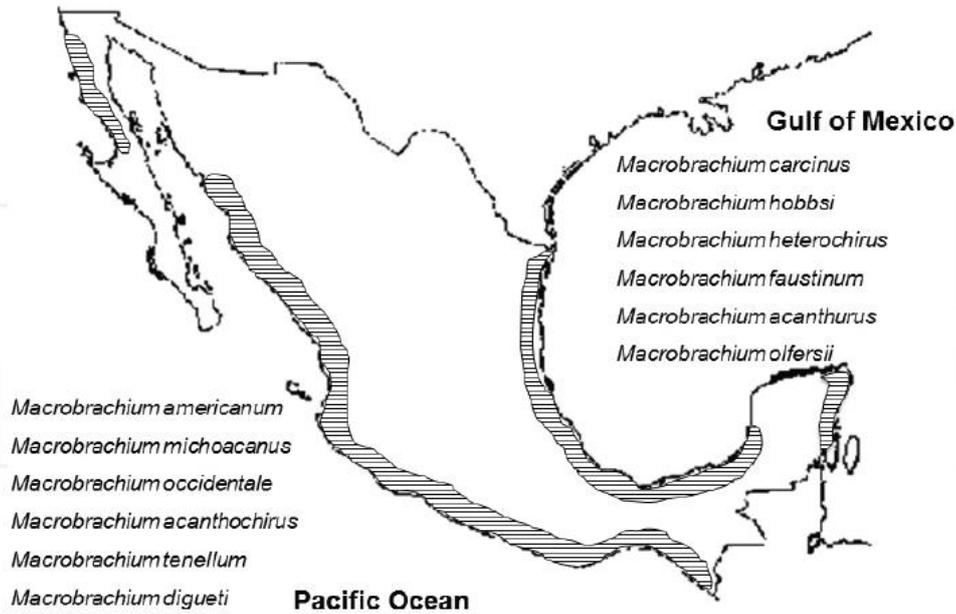


Figura 1. Distribución de los camarones de agua dulce, con desarrollo larval extendido (Tomado de Mejía-Ortiz *et al.*, 2016).

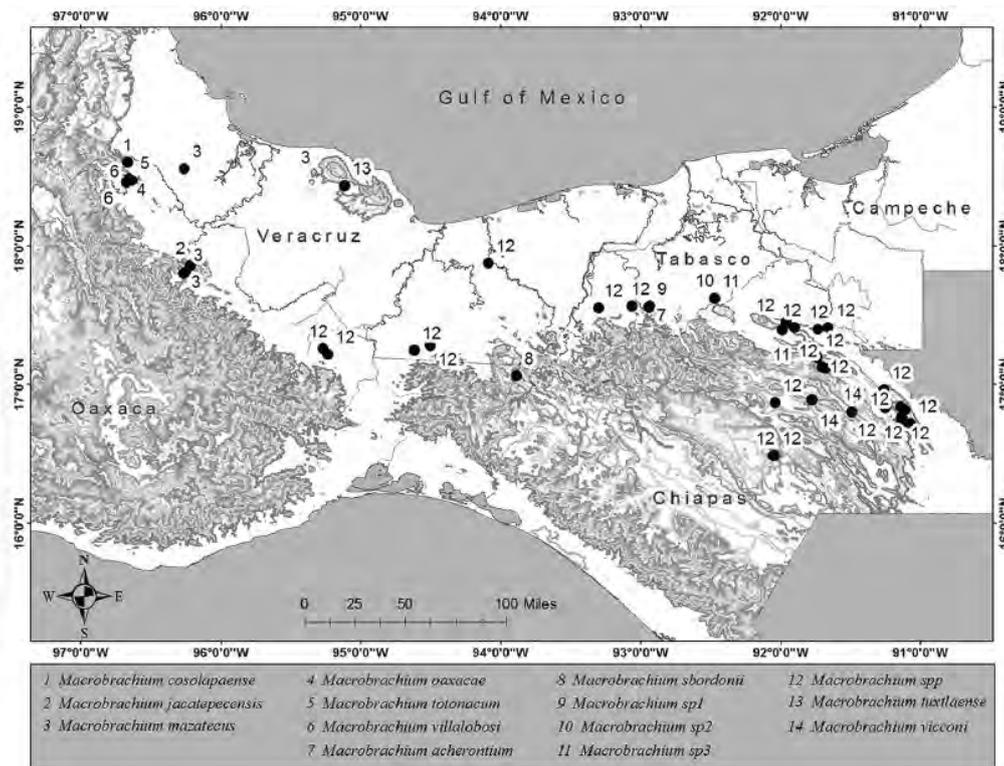


Figura 2. Distribución de camarones de agua dulce, especies descritas y especies no descritas con desarrollo larval abreviado (Tomado de Mejía-Ortiz *et al.*, 2016).

Como parte de las generalidades de los camarones de los ríos, poseen un cuerpo comprimido. El rostro está bien desarrollado, el caparazón, en los especímenes jóvenes, es liso aunque en los adultos de varias especies se presentan numerosos pequeños tubérculos visibles antes en el macho que en las hembras. El abdomen es generalmente liso, por lo menos en animales que no han alcanzado el máximo crecimiento. Las pleuras de los tres primeros segmentos son ampliamente redondeadas, las del cuarto y quinto segmento son más reducidas y estrechándose hacia el ápex. Las pleuras del sexto segmento son muy pequeñas y triangulares, terminan en punta dirigida hacia la parte posterior. El ángulo posterolateral del sexto segmento termina en forma puntiaguda que sobresale por encima de la articulación con el telson. El telson es alargado, triangular, estrechándose posteriormente. La córnea es globular, generalmente más ancha que el pedúnculo y pigmentada (ver figura 3) (Holthuis, 1980).

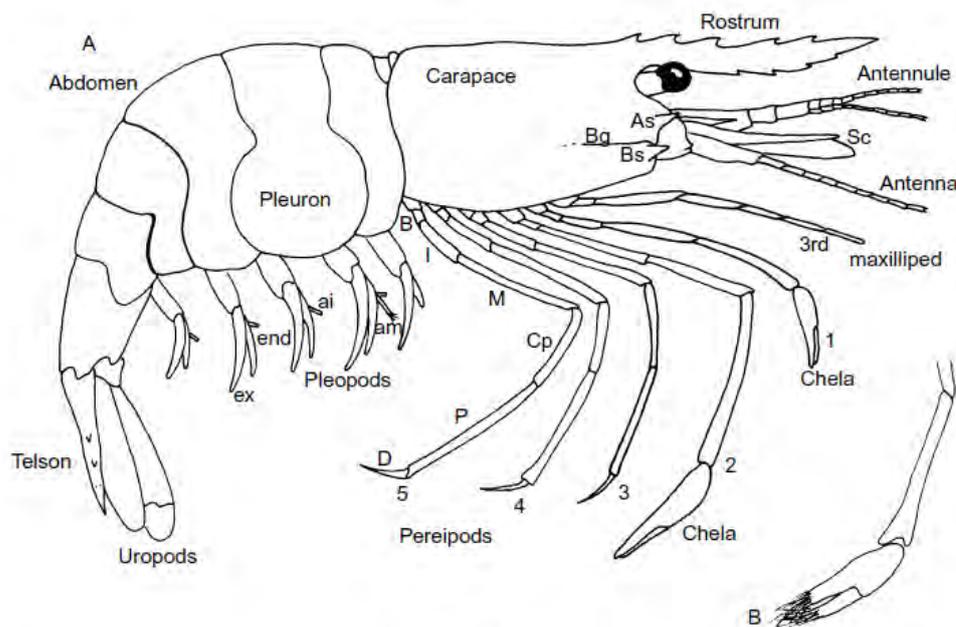


Figura 3. Morfología del langostino (Tomado de Hobbs y Lodge, 2010).

ANTECEDENTES

El género *Macrobrachium*, de la familia Palaemonidae, ha sido de gran interés biológico debido al número de especies que lo forman, su distribución geográfica y a su gran importancia económica en muchos países. Estos langostinos, están distribuidos en las zonas tropicales y subtropicales. Existen más de 100 especies descritas, de las cuales 26 se encuentran en América (Vega-Villasante *et al.*, 2011).

Un trabajo de referencia es el de Villalobos-Hiriart *et al.*, (1993), quienes citaron 15 especies de *Macrobrachium* que habitan ríos, arroyos, lagunas costeras, estanques y cuevas de México. Así mismo, se ha observado el desarrollo larvario abreviado en dicho género en México, puesto que este tipo de desarrollo sólo se conocía en especies sudamericanas.

Entre los estudios de camarones de este género, donde se registran nuevas especies, se puede mencionar a Román *et al.*, (2000), con *Macrobrachium vicconi*, el cual reportan que es una especie similar a *M. quelchi*, pero difiere en la longitud del primer pereiópodo y las proporciones relativas de los artejos del segundo pereiópodo. Por otra parte se encuentra el trabajo de Mejía *et al.*, (2003) con la descripción de la especie *Macrobrachium totonacum* con distribución en el río San Antonio, en el norte de Oaxaca con desarrollo larval abreviado, que a pesar que se encuentra geográficamente cerca de *M. villalobosi*, estos son morfológicamente diferentes. Mejía *et al.*, (2008), contribuye con la cuarta descripción de especie estigobia en América del género *Macrobrachium* en cuevas *Macrobrachium sbordonii*, una especie que había en las cuevas de Chiapas, con similitud a *M. villalobosi*, *M. acheronthium* y *M. cationium*, al exhibir ojos reducidos cuerpo despigmentado y alargamiento de los apéndices ambulatorios, pero difiere de ellos en la longitud del pereiópodo y las proporciones relativas de los artejos del segundo pereiópodo, los grados de pigmentación del ojo, el número de espinas rostrales, la proporción del escafocerito y la proporción relativa del carpus y propodio del primer pereiópodo.

Por su parte Mejía-Ortiz y Alvarez (2010), realizan un estudio sobre la distribución de diferentes especies de los langostinos del género *Macrobrachium* a lo largo de un gradiente latitudinal en el río Huitzilapan, Veracruz, con las poblaciones *M. heterochirus*, *M. carcinus* y *M. acanthurus*, en épocas de secas y lluvias, en el cual la

especie *Macrobrachium heterochirus* cuenta con mayor distribución en la época de secas con áreas altitudinales de 500 y 100 m; *M. carcinus* en altitudes de 280 a 5 m, en ambas estaciones; mientras que *M. acanthurus* estuvo restringida en la zona del estuario por debajo de los 5 msnm, con la conclusión de que las estaciones marcan la distribución de las tres especies, siendo que la época de secas las distribuciones se extiende a lo largo de todo el río y en época de lluvia se encuentran principalmente en las zonas más bajas del río, de este modo observamos que las diferentes épocas del año en conjunto con las variables abióticas, tienen efecto sobre la distribución de éstas especies pues como menciona Maddock (1999), las condiciones de calidad del agua y disponibilidad de alimento que cada especie encuentra a lo largo del río, y en diferentes estaciones.

Si bien el género *Macrobrachium* es notablemente estudiado por su amplia distribución geográfica, los trabajos posteriores que se realicen identificando nuevas poblaciones, será de gran importancia ecológica pues se tiene conocimiento de la disminución en el tamaño de poblaciones en varias especies, además de la importancia económica ya que muchos de estos langostinos son utilizados por las pesquerías comerciales de las comunidades locales.

JUSTIFICACIÓN

Debido a que gran parte de los estudios sobre el género son de tipo monográfico, enfocados principalmente a su distribución y abundancia (Holthuis, 1952, 1955; Villalobos 1967), existe la necesidad de realizar trabajos que aporten conocimiento sobre aspectos de morfometría, que es el estudio cuantitativo de la variación de las formas biológicas (Bookstein, 1996). Pues a razón de la plasticidad en los langostinos, la variabilidad morfológica se encuentra presente en ellos, por lo que pueden pasar desapercibidos y ser confundidos con otras poblaciones que habitan una misma zona o cuerpo de agua determinado; en este trabajo se pretende realizar un análisis morfométrico de langostinos colectados en la zona norte del Istmo de Tehuantepec, de esa forma se puede determinar si las poblaciones son iguales o no, proporcionando mayor información sobre la diversidad de langostinos con desarrollo larval abreviado presentes en México.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Schram (1986) considera que debido a la gran plasticidad genética de los crustáceos para modificar su patrón corporal, los langostinos pueden especializar las somitas corporales, así como los artejos de sus apéndices, es por ello que les confiere una elevada diversificación y adaptación a diferentes condiciones ambientales.

Por esta variabilidad morfológica presente en estos organismos, surgió la siguiente interrogante: ¿Las poblaciones de langostinos dulceacuícolas del género *Macrobrachium* de la zona norte del río Grijalva son iguales?

HIPÓTESIS

Los langostinos del género *Macrobrachium* del Istmo de Tehuantepec son diferentes y se evidencia por los siguientes parámetros morfométricos: proporción del telson/ sexto somite; propodio/ dácilo; propodio/ carpus; carpus/ merus; merus/ isquio, del primer y segundo pereiópodo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Comparar, morfométricamente, las poblaciones de langostinos del género *Macrobrachium* del Istmo de Tehuantepec para identificar los niveles de plasticidad.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Analizar morfométricamente las poblaciones de langostinos dulceacuícolas del río Grijalva.
2. Obtener las proporciones del análisis morfométrico, mediante índices comparativos de las poblaciones.
3. Realizar análisis estadísticos para la identificación de las diferencias morfológicas entre las poblaciones.

ÁREA DE ESTUDIO

Istmo de Tehuantepec

El Istmo de Tehuantepec como región, se ubica en el territorio comprendido por 33 municipios del sur de Veracruz, 5 de Tabasco, 10 del norponiente de Chiapas y 40 de sureste de Oaxaca. De los 88 municipios, 73 se encuentran entre Oaxaca y Veracruz y sólo 15 entre Tabasco y Chiapas (Gómez, 2005).

Al sur de Veracruz se encuentra el puerto de Coatzacoalcos a 300 kilómetros del Océano Pacífico. Las ciudades vecinas de este puerto petrolero se comunican con Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Veracruz y México, incluso es cercano a Guatemala y Texas, por lo que es una de las zonas de tráfico terrestre más importante de México.

La sub-regionalización más completa que se conoce es la de Alejandro Toledo (1995), quien subdivide al Istmo de Tehuantepec en norte (sur de Veracruz), centro (selvas mixtes y zoques) y sur (planicie de Juchitán y Sistema Lagunar Huave), sin delimitar la región hacia oriente y poniente. Esto se debe a la característica orográfica del Istmo, pues al ser un puente terrestre entre Norte y Sudamérica, el macizo montañoso central del Istmo se extiende indefinidamente, incluso durante el siglo XIX se le conocía como “los Andes mexicanos” a lo que ahora se llama “Sierra Atravesada” o de los Chimalapas.

Por su ubicación geográfica, el istmo de Tehuantepec representa una zona de contacto de los reinos biogeográficos neotropical y neártico y durante las glaciaciones del Pleistoceno fue una barrera para la dispersión de especies por los significativos cambios geológicos, climáticos y ambientales que ocurrieron. Es también una región de gran interés ecológico por sus extensas superficies cubiertas de pastizales asociados a diversas especies vegetales, como *Byrsonima* y *Curatella*, y especies de gramíneas como *Jouvea sp.*, *Eragrostis sp.*, *Muhlenbergia sp.* Y *Stipa sp.* (Pérez-García *et al.*, 2001).



Figura 4. Mapa de ubicación del Istmo de Tehuantepec.
Fuente: elaboración propia con apoyo del software Arcgis.

Clima

Presenta climas de los grupos cálidos y semicálidos. Predomina el cálido subhúmedo con lluvias de verano, seguido por el clima cálido húmedo con lluvias abundantes de verano. Durante los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima promedio va desde los 12°C y hasta los 22.5°C, predominando los 21°C a 22.5°C en el 64.19% de la región. En este mismo periodo, la temperatura máxima promedio oscila de los 21°C y hasta los 34.5°C, predominando los 33°C a 34.5°C. La precipitación pluvial en estos meses oscila de los 1,200 mm y hasta los 3,000 mm. En el periodo de noviembre a abril, la temperatura mínima promedio va de los 9°C hasta más de 19.5°C, predominando de 18°C a 19.5°C en el 69.63% de la región; y la máxima promedio va de los 18°C y hasta más de los 33°C, predominando las temperaturas mayores a 33°C en el 53.24% de la región y de 30°C a 33°C en el 29.99% de la región. La precipitación pluvial durante este periodo va de los 50 mm a los 300 mm (Anónimo, 2014).

Hidrografía

La región Istmo Costa se ubica en las partes hidrológicas de la Costa de Chiapas Grijalva, Usumacinta; y en las cuencas del Río Pijijiapan, Mar Muerto, Río Huixtla, y Río Grijalva – la concordia. Debido a las características del relieve en el parteaguas de la Sierra Madre de Chiapas se forma una compleja red de quebradas y arroyos que se van fusionando y convirtiendo en pequeños ríos serpenteados que escurren de manera dendrítica por la sierra que más adelante forman ríos encajonados. Paralelo a la línea costera se levanta un pequeño plegamiento en forma de cordón litoral de 1.5 a 2 kilómetros de ancho, que impide que el agua de los ríos desemboque de forma inmediata al mar formando lagunas y esteros, por lo tanto, se forma un mosaico de lagunas que funcionan como complejos ecosistemas de interacción entre los terrestres y los acuáticos. Los cuerpos de agua presentes en la región son las lagunas perennes: La pampita, Cabeza de Toro, La Carreta, Estero Tortugo, Chantuto, Estero Buenavista, Mar Muerto, Estero Pampa El Capulín, La Bolsa, El Mosquito, El Esterón, entre otras (Anónimo, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

TRABAJO DE CAMPO

El presente estudio se realizó del 20 de mayo al 4 de junio de 2017 en el Istmo de Tehuantepec, estado de Chiapas, para dicho muestreo se empleó una red de cuchara, redes de pecera, un potenciómetro OAKTON PCD 650, un oxímetro YSI 85, GPS Garmin ETrx 10, frascos de centelleo y alcohol.

Primeramente se midieron los parámetros físico químicos como la temperatura, conductividad, pH, % saturación de oxígeno, concentración de oxígeno disuelto con el potenciómetro y con el oxímetro se midió la salinidad, se registró en una bitácora y, posteriormente, se procedió a la colecta de los individuos con la red de cuchara realizando un arrastre entre la hojarasca y, en ocasiones, entre las raíces de los árboles para que los langostinos quedaran atrapados en la red; así mismo, con las redes de pecera se colectó en espacios más reducidos. De los langostinos colectados, se eligió al más grande para fotografiar.

Cada langostino fue colocado en un frasco con alcohol para su conservación, se etiquetó y se asignó un número para su posterior identificación para el análisis morfométrico.

TRABAJO EN LABORATORIO

El material empleado en el análisis morfométrico es un vernier caliper 0-150mm x6", caja Petri, alcohol al 90%, estereoscopio Marca Nikon SMZ 745, lámpara, pinzas, piceta y una base de datos para el registro de las medidas de cada artejo del langostino (Ver anexo).

Los datos métricos requeridos para el estudio son: la longitud total del organismo, el caparazón, rostro, el primer y segundo pereiópodos, carpus, merus, isquio, propodio, dácilo, el largo y ancho de la palma, el largo y ancho de la escama, el sexto somite, el telson, la antena, el sexo del langostino, la formula rostral y, con el estereoscopio, se identifica si el organismo cuenta o no con dientes en la quela.

ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis comparativo de las poblaciones de langostinos; basado en los criterios metodológicos de (Mejía-Ortíz y López-Mejía, 2011), se determinaron los siguientes

índices: proporción del telson/ sexto somite; largo/ ancho de la escama; propodio/ dácilo; largo/ ancho de palma; propodio/ carpus; carpus/ merus; merus/ isquio, del primer y segundo pereiópodo.

Los resultados de las proporciones, se requieren para realizar el análisis de la prueba de Fisher para la comparación de varias muestras, una prueba ANOVA para la obtención de las diferencias estadísticamente significativas, con un nivel de confianza del 95%, y una prueba de múltiples rasgos que permitirá observar los contrastes entre las muestras analizadas, si la prueba ANOVA a resultado significativo. Asimismo, se realizaran gráficas de medias, pues éstas permiten comparar los niveles medios de cada factor y determinar las diferencias significativas.

RESULTADOS

A) POBLACIONES MEDIDAS.

En la tabla 1, se presenta la localización de los sitios de captura, ubicación geográfica, altitud y el número de organismos que se midieron por población, posteriormente se muestra un mapa altimétrico con los sitios de captura (figura 5).

Tabla 1. Localización de sitios de captura de langostinos de género *Macrobrachium*, altitud y número de organismos colectados.

Localidad	Ubicación Geográfica	Altitud (m)	Número de especímenes
Cañón la Lucha	17°04'07.7" N 93°52'59.9" W	266m	13
Agua selva	17°20'15.76" N 93°35'56.93" W	280m	51
La Esmeralda	17°09'30.3" N 94°46'32.7" W	85m	42
Sótano la Lucha	17°03'40" N 93°53'23" W	360 m	13
Tuxtepec km 143	17°15.547' N 95°16.133' W	123.14 m	14
Tuxtepec km 150	17°13.052' N 95°14.119' W	152.7 m	13
Santa Ana	17°33.977' N 93°03.816' W	42.36 m	11
Agua Blanca	17°37.301' N 92°28.378' O	166.12 m	24

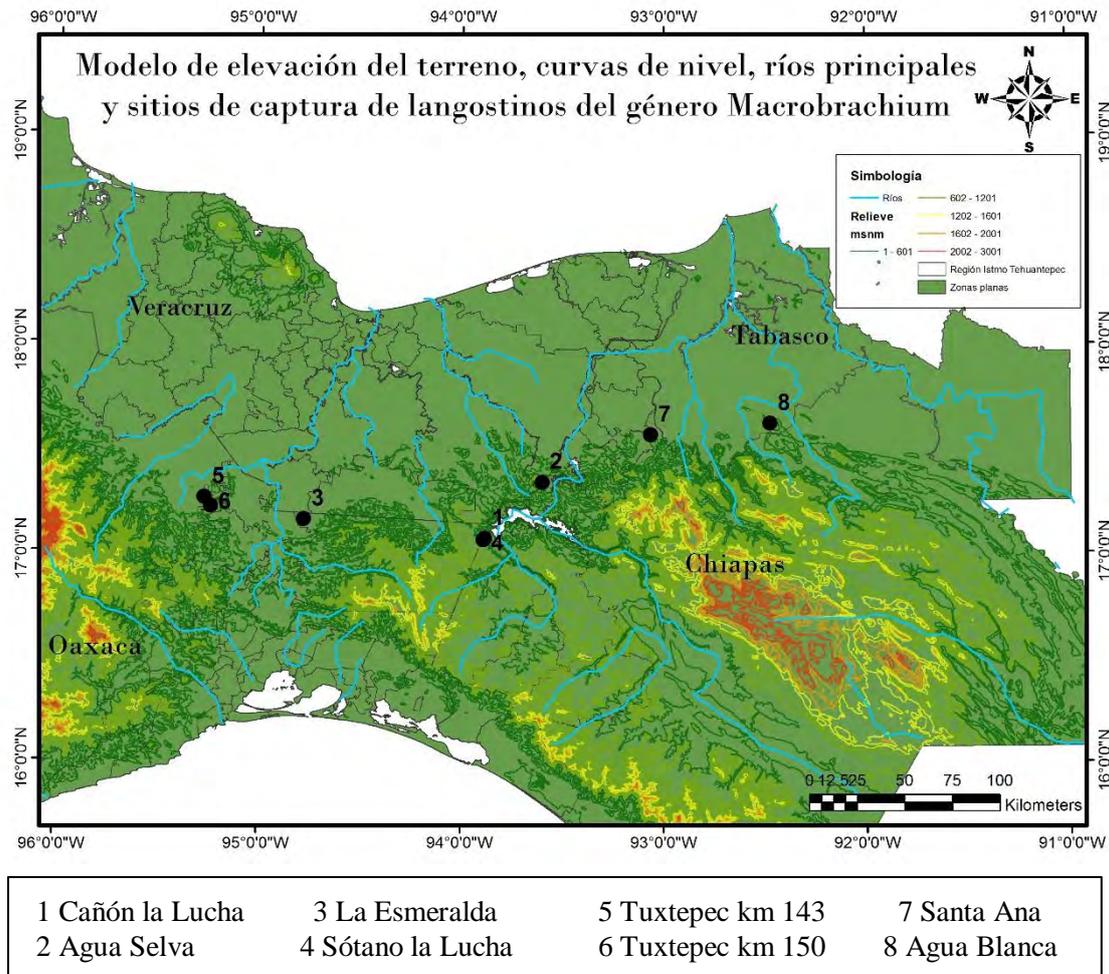
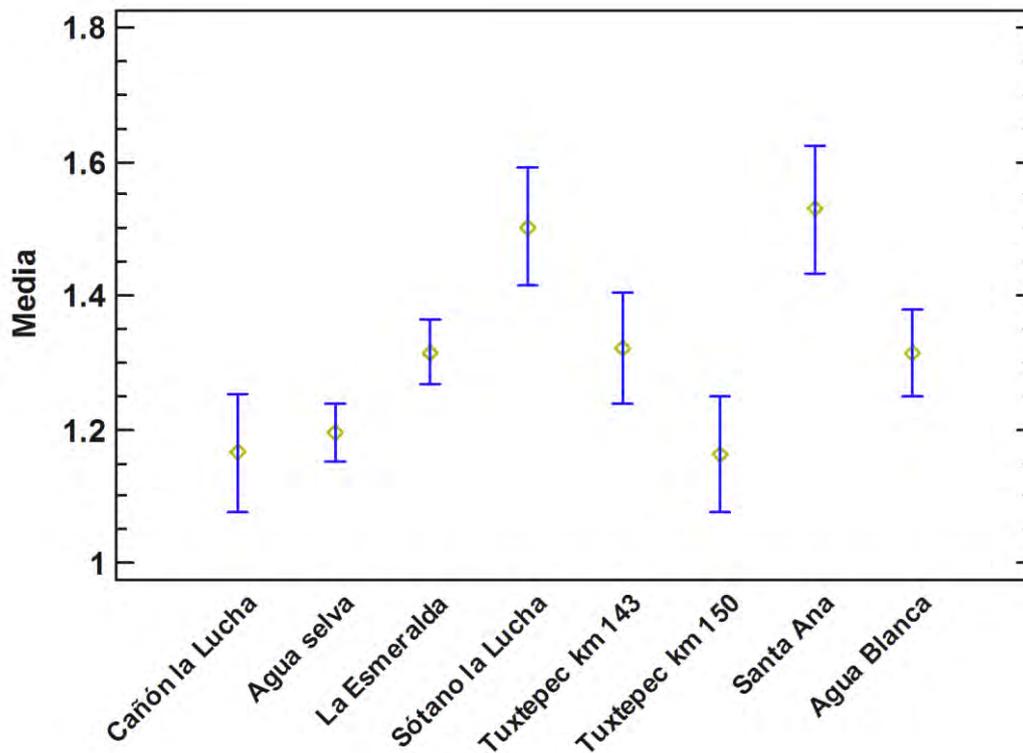


Figura 5. Modelo de elevación del terreno, curvas de nivel, ríos principales y sitios de captura de langostinos.
Fuente: elaboración propia, con apoyo del software Arcgis.

B) ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

Se obtuvo tres grupos homogéneos de las ocho poblaciones analizadas en la proporción telson/sexta somite, que se encuentran conformadas por: 1) Cañón la Lucha, Agua selva y Tuxtepec km 150, la media de estas poblaciones son 1.16488, 1.19536 y 1.1623 respectivamente; 2) La Esmeralda (1.31455), Tuxtepec km 143 (1.32023), Agua Blanca (1.31371) y 3) Sótano la Lucha y Santa Ana, la media correspondiente de estas poblaciones son 1.5028 y 1.52857. Para esta proporción, se encuentra una diferencia estadísticamente significativa al 95% de confianza pues $F=6.07481$ y $P < 0.05$ (véase en gráfica 1, tabla 2).

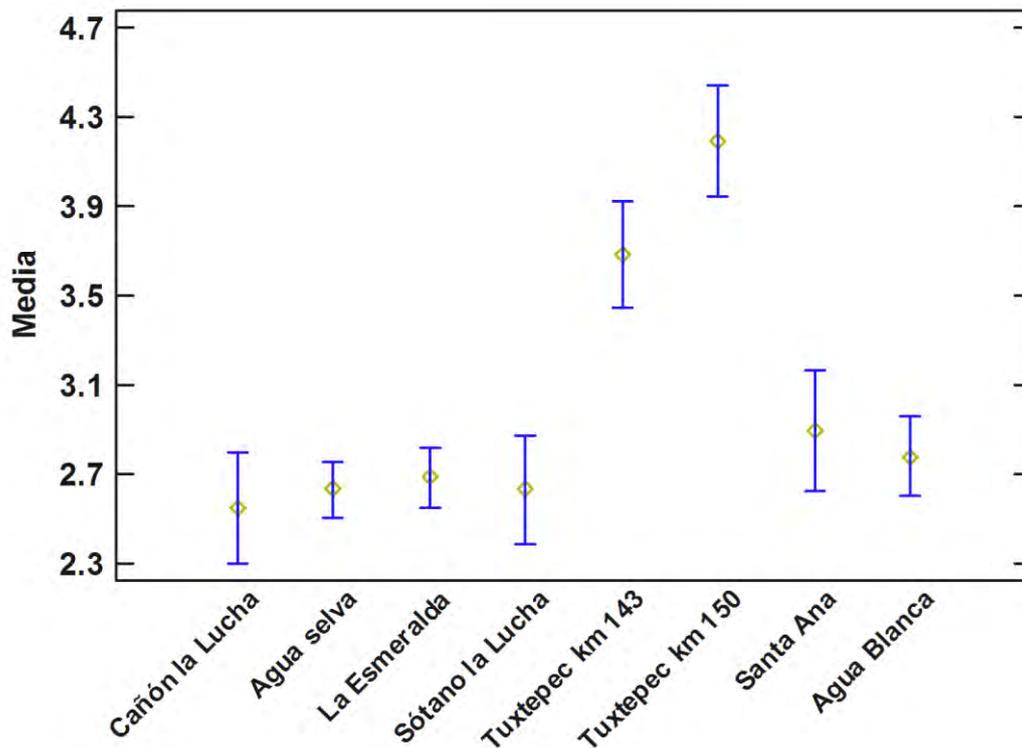


Gráfica 1. Comparación de medias y 95.0 % de Fisher en la proporción telson/sexto somite de las poblaciones estudiadas.

Tabla 2. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción telson/ sexto somite.

			<i>Error Est.</i>		
	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Cañón la Lucha	13	1.16488	0.06216	1.07813	1.25164
Agua selva	51	1.19536	0.0313832	1.15156	1.23916
La Esmeralda	42	1.31455	0.0345826	1.26628	1.36282
Sótano la Lucha	13	1.5028	0.06216	1.41605	1.58956
Tuxtepec km 143	14	1.32023	0.0598989	1.23663	1.40383
Tuxtepec km 150	13	1.1623	0.06216	1.07554	1.24905
Santa Ana	11	1.52857	0.0675751	1.43426	1.62289
Agua Blanca	24	1.31371	0.0457485	1.24986	1.37756

Se encontraron tres grupos homogéneos en las ocho poblaciones analizadas, para la proporción largo/ ancho de escama, las cuales son: 1) Cañón la Lucha, Agua selva, La Esmeralda, Sótano la Lucha, Santa Ana y Agua blanca; 2) Tuxtepec km 143 y 3) Tuxtepec km 150, este último grupo, presenta la población con mayor media 4.19103 en comparación de las otras siete poblaciones. Por consiguiente, existe una diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confianza pues $F= 13.6863$ y $P<0.05$ (véase en gráfica 2, tabla 3).

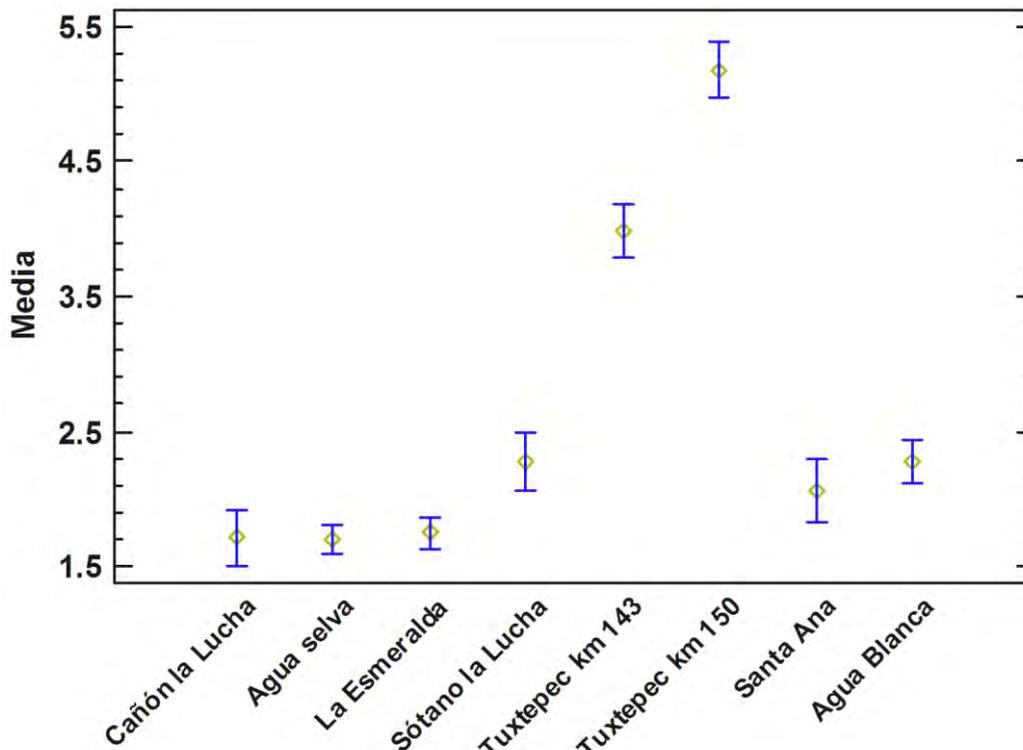


Gráfica 2. Comparación de medias y 95.0 % de Fisher en la proporción largo/ancho de escama de las ocho poblaciones analizadas.

Tabla 3. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción largo/ ancho de escama.

	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
Cañón la Lucha	13	2.55028	0.175986	2.30467	2.7959
Agua selva	51	2.63236	0.0888515	2.50835	2.75636
La Esmeralda	42	2.68552	0.0979096	2.54887	2.82217
Sótano la Lucha	13	2.63102	0.175986	2.3854	2.87664
Tuxtepec km 143	14	3.68537	0.169584	3.44869	3.92206
Tuxtepec km 150	13	4.19103	0.175986	3.94541	4.43664
Santa Ana	11	2.895	0.191317	2.62798	3.16201
Agua Blanca	24	2.78052	0.129522	2.59975	2.96129

La siguiente gráfica de la proporción largo/ ancho de palma del primer pereiópodo, muestra cinco grupos homogéneos que están representados por: 1) Cañón la Lucha, Agua selva, La Esmeralda; 2) Sótano la Lucha y Agua blanca; 3) Tuxtepec km 143; 4) Tuxtepec km 150 y 5) Santa Ana. Así mismo, se aprecia que Tuxtepec km 150 posee una diferencia notable con respecto a las otras poblaciones analizadas. Considerando que, $F = 93.4604$ y $P < 0.05$, existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95% (véase en gráfica 3, tabla 4).

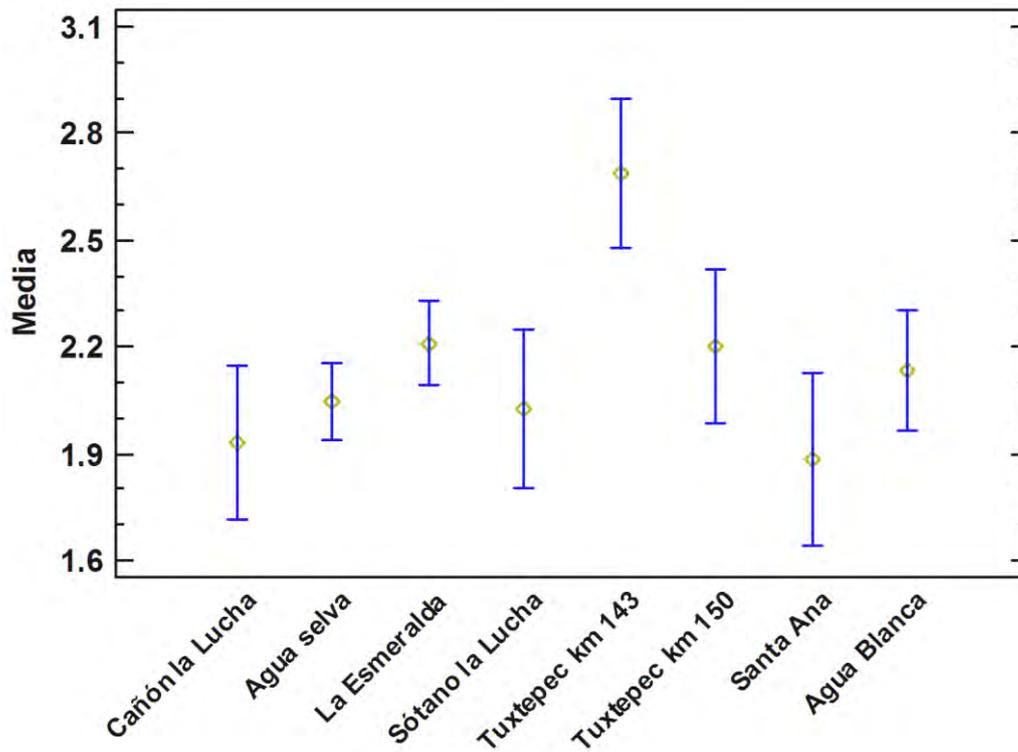


Gráfica 3. Comparación de medias y 95.0 % de Fisher de la proporción largo/ ancho de palma del primer pereiópodo.

Tabla 4. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción largo/ ancho de palma del primer pereiópodo.

	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
Cañón la Lucha	13	1.71136	0.146979	1.50618	1.91654
Agua selva	51	1.69952	0.0742066	1.59593	1.80311
La Esmeralda	42	1.75059	0.0817717	1.63644	1.86474
Sótano la Lucha	12	2.2788	0.152981	2.06525	2.49236
Tuxtepec km 143	14	3.98929	0.141633	3.79157	4.187
Tuxtepec km 150	13	5.17821	0.146979	4.97303	5.38338
Santa Ana	10	2.06333	0.167582	1.82939	2.29727
Agua Blanca	21	2.2682	0.115643	2.10676	2.42963

En la gráfica de la proporción propodio/ dáctilo del primer pereiópodo, se aprecian dos grupos homogéneos, en el cual, Tuxtepec km 143 con media de 2.68734, es la población diferente con respecto a las ocho poblaciones analizadas, siendo $F= 2.92654$ y $P= 0.0065$, existe una diferencia estadísticamente significativa, con un nivel de confianza del 95% (véase en gráfica 4, tabla 5).

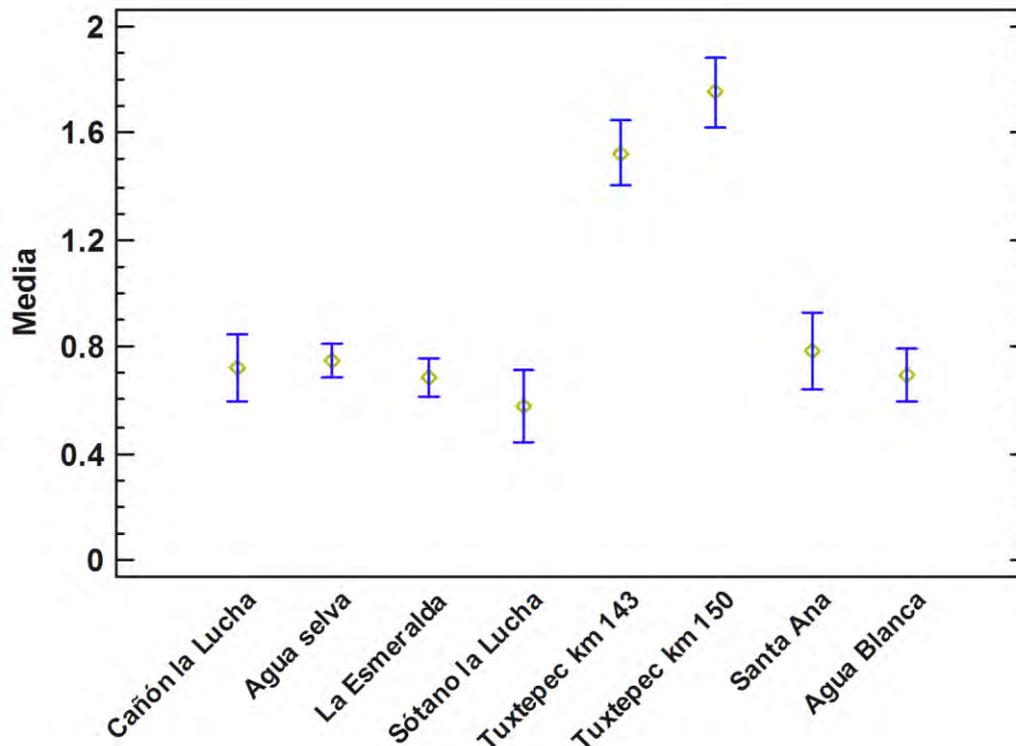


Gráfica 4. Comparación de medias y 95% de Fisher de la proporción propodio/dáctilo del primer pereiópodo de las ocho poblaciones estudiadas.

Tabla 5. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción propodio/ dáctil del primer pereiópodo.

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est. (s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Cañón la Lucha	13	1.93065	0.153844	1.71589	2.14541
Agua selva	51	2.04446	0.0776724	1.93603	2.15289
La Esmeralda	42	2.21099	0.0855908	2.09151	2.33047
Sótano la Lucha	12	2.02673	0.160126	1.8032	2.25026
Tuxtepec km 143	14	2.68734	0.148248	2.48039	2.89429
Tuxtepec km 150	13	2.2015	0.153844	1.98674	2.41626
Santa Ana	10	1.88345	0.175409	1.63859	2.12832
Agua Blanca	21	2.13331	0.121044	1.96434	2.30228

Se identificaron dos grupos homogéneos en las ocho poblaciones analizadas de la proporción propodio/ carpus del primer pereiópodo, siendo Tuxtepec km 143 (1.52636) y Tuxtepec km 150 (1.75189) las poblaciones diferentes a Cañón la Lucha, Agua selva, La Esmeralda, Sótano la Lucha, Santa Ana y Agua Blanca. Tiendo como valor $F=26.6674$ y $P < 0.05$, existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95% (véase en gráfica 5, tabla 6).



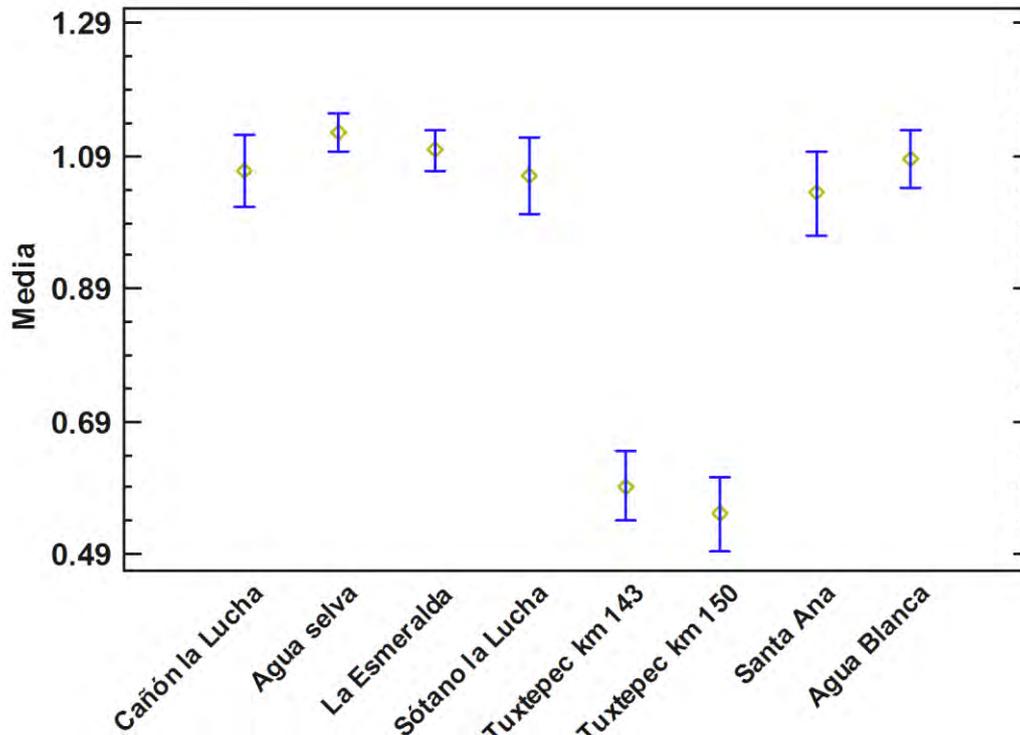
Gráfica 5. Comparación de medias y 95.0 % de Fisher en la proporción propodio/ carpus del primer pereiópodo de las poblaciones analizadas.

Tabla 6. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción propodio/ carpus del primer pereiópodo.

	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
Cañón la Lucha	13	0.72184	0.0914095	0.594236	0.849445
Agua selva	51	0.751068	0.0461506	0.686644	0.815493
La Esmeralda	42	0.686646	0.0508555	0.615654	0.757639
Sótano la Lucha	12	0.575507	0.095142	0.442692	0.708321
Tuxtepec km 143	14	1.52636	0.0880844	1.40339	1.64932
Tuxtepec km 150	13	1.75189	0.0914095	1.62429	1.87949
Santa Ana	10	0.786789	0.104223	0.641298	0.93228
Agua Blanca	21	0.692392	0.0719206	0.591994	0.79279

Se obtuvieron dos grupos homogéneos en las poblaciones analizadas para la proporción carpus/ merus del primer pereiópodo, donde el primer grupo se encuentra conformado por: Cañón la Lucha, Agua selva, La Esmeralda, Sótano la Lucha, Santa Ana y Agua Blanca, mientras que en el segundo grupo incluye a: Tuxtepec km 143 y Tuxtepec km 150, con medias de 0.592295 y 0.55093 respectivamente, se observa entonces que son menores en comparación a las seis poblaciones restantes. Encontrando que, la razón $F= 45.3428$ y $P < 0.05$, existe una diferencia

estadísticamente significativa en alguna de las medias de las 8 variables con un nivel de confianza del 95% (véase en gráfica 6, tabla 7).



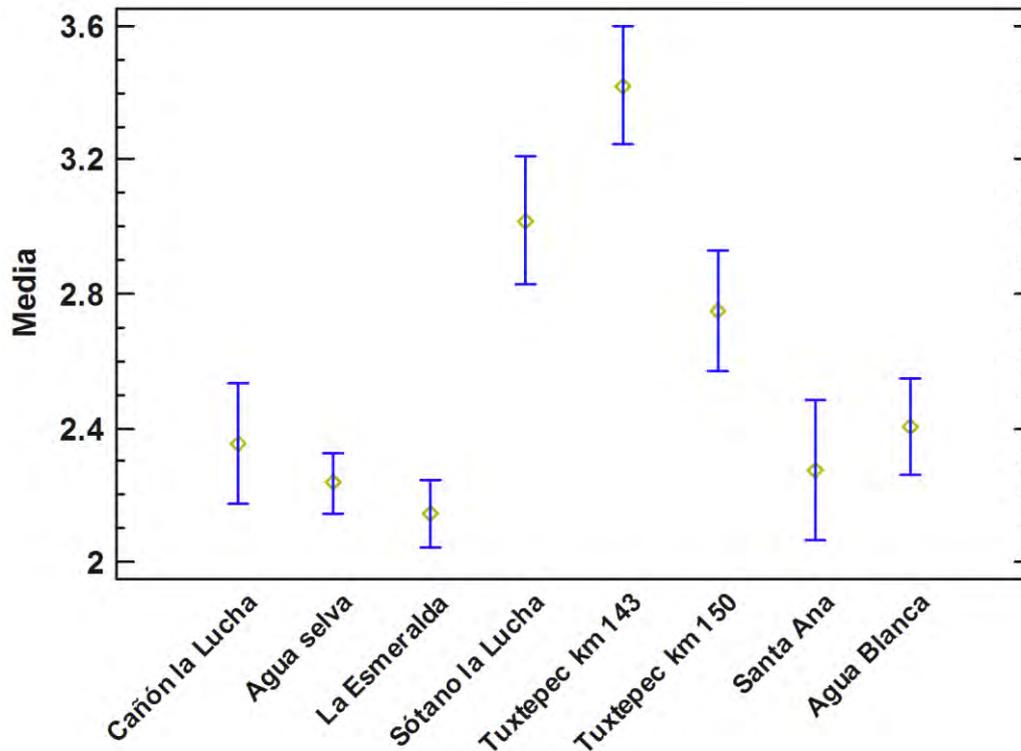
Gráfica 6. Comparación de medias y 95.0 % de Fisher en la proporción carpus/merus del primer pereiópodo.

Tabla 7. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción carpus/merus del primer pereiópodo.

	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
Cañón la Lucha	13	1.06724	0.0393361	1.01233	1.12215
Agua selva	51	1.12517	0.01986	1.09744	1.15289
La Esmeralda	42	1.09866	0.0218846	1.06811	1.12921
Sótano la Lucha	12	1.05988	0.0409423	1.00273	1.11703
Tuxtepec km 143	14	0.592295	0.0379052	0.539381	0.64521
Tuxtepec km 150	13	0.55093	0.0393361	0.496018	0.605842
Santa Ana	10	1.03484	0.0448501	0.972232	1.09745
Agua Blanca	21	1.08635	0.0309495	1.04314	1.12955

En la gráfica siguiente, se observan cuatro grupos homogéneos de la proporción merus/ isquio del primer pereiópodo y se encuentran representados por 1) Cañón la Lucha, Agua selva, La Esmeralda y Santa Ana; 2) Agua Blanca; 3) Sótano la Lucha y Tuxtepec km 150 y 4) Tuxtepec km 143, este último presenta una diferencia notable

con respecto a los demás grupos conformados, con media de 3.42177. Dado que la razón de $F= 15.8789$ y $P < 0.05$, existe una diferencia estadísticamente significativa, con un nivel de confianza del 95% (véase en gráfica 7, tabla 8).



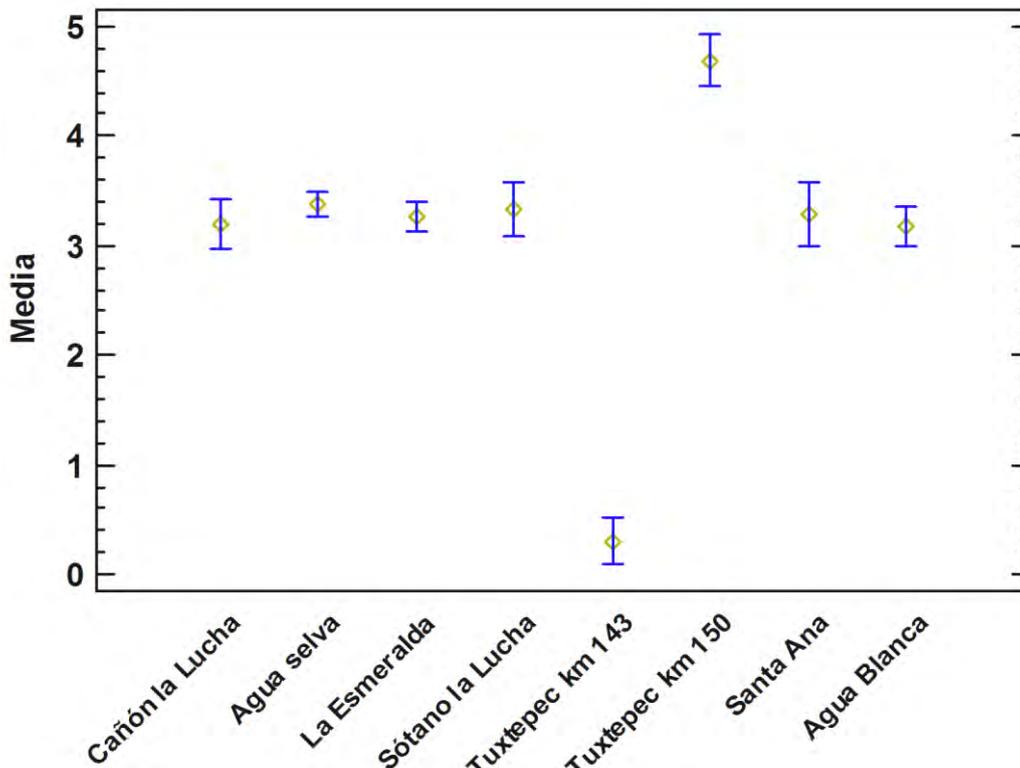
Gráfica 7. Comparación de medias y 95.0 % de Fisher en la proporción merus/ isquio del primer pereiópedo de las poblaciones analizadas.

Tabla 8. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción merus/ isquio del primer pereiópedo.

	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
Cañón la Lucha	13	2.35355	0.131262	2.17031	2.53678
Agua selva	51	2.23518	0.0662714	2.14267	2.3277
La Esmeralda	42	2.146	0.0730276	2.04406	2.24795
Sótano la Lucha	12	3.01753	0.136622	2.82681	3.20825
Tuxtepec km 143	14	3.42177	0.126487	3.2452	3.59834
Tuxtepec km 150	13	2.74994	0.131262	2.5667	2.93318
Santa Ana	10	2.275	0.149662	2.06608	2.48392
Agua Blanca	21	2.40406	0.103277	2.25989	2.54823

En la gráfica se aprecia tres grupos homogéneos, en la proporción largo/ ancho de palma del segundo pereiópedo, conformados por 1) Cañón la Lucha, Agua Selva, La Esmeralda, Sótano la Lucha, Santa Ana y Agua Blanca; 2) Tuxtepec km 143 y 3)

Tuxtepec km 150. El segundo y tercer grupo, presentan el menor y mayor media de acuerdo a las poblaciones analizadas, con 0.299864 y 4.69231 respectivamente. Siendo $F= 61.6961$ y $P< 0.05$, existe una diferencia estadísticamente significativa en algunas de las medias de las ocho variables con un nivel del 95% de confianza (véase en gráfica 8, tabla 9).

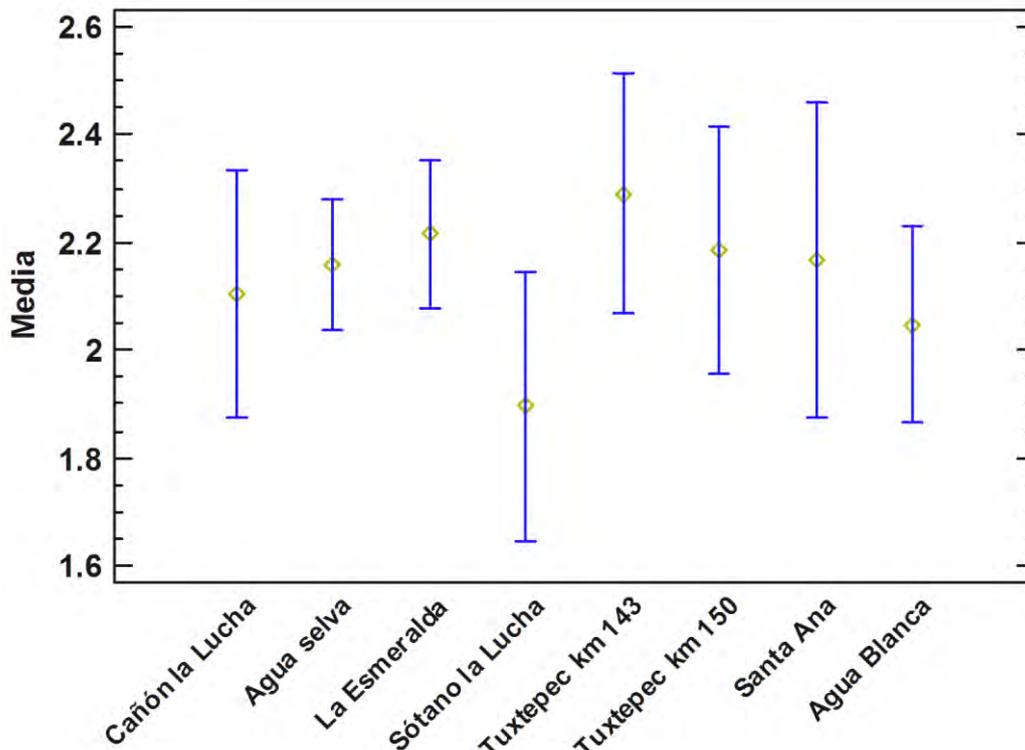


Gráfica 8. Comparación de medias y 95.0 % de Fisher en la proporción largo/ ancho de palma del segundo pereiópodo de las poblaciones estudiadas.

Tabla 9. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción largo/ ancho de palma del segundo pereiópodo.

	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
Cañón la Lucha	13	3.20505	0.162395	2.97822	3.43189
Agua selva	47	3.37359	0.0854071	3.2543	3.49289
La Esmeralda	36	3.26989	0.097587	3.13358	3.4062
Sótano la Lucha	11	3.32612	0.176541	3.07952	3.57271
Tuxtepec km 143	14	0.299864	0.156487	0.0812806	0.518447
Tuxtepec km 150	13	4.69231	0.162395	4.46547	4.91914
Santa Ana	8	3.29322	0.207013	3.00406	3.58238
Agua Blanca	21	3.16602	0.127771	2.98755	3.34449

La gráfica siguiente de la proporción propodio/ dactilo del segundo pereiópodo, se identifica un solo grupo homogéneo, en el cual, la razón $F= 0.566622$ y $P= 0.7822$, puesto que el valor de $P > 0.05$, no presenta una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las ocho poblaciones que se analizaron, esto, con un nivel de confianza del 95% (véase en gráfica 9, tabla 10).



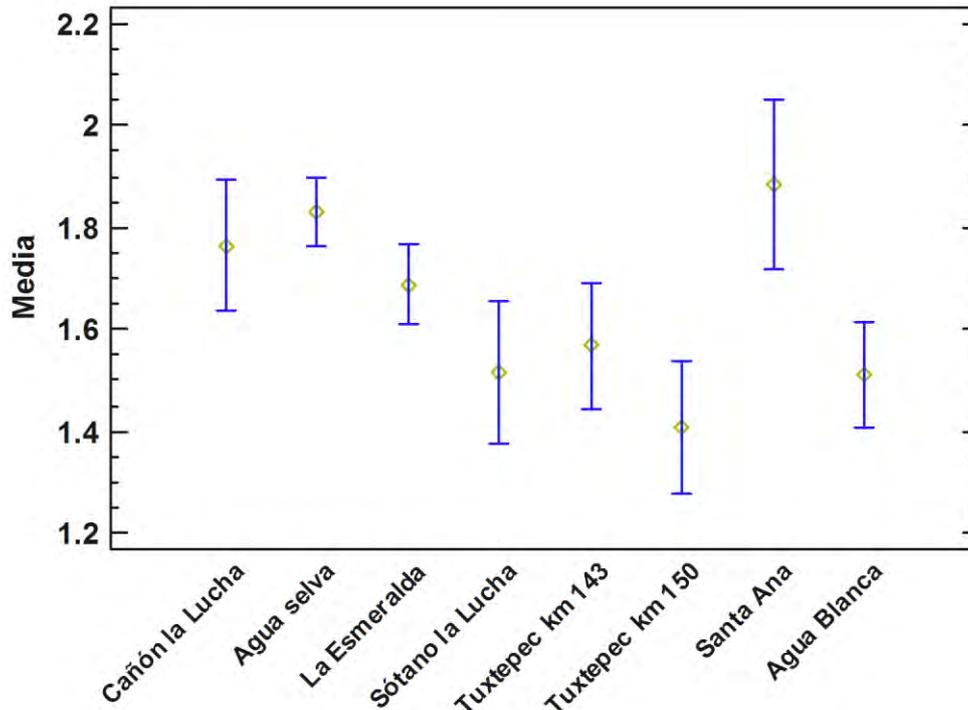
Gráfica 9. Comparación de medias y 95.0 % de Fisher en la proporción propodio/ dactilo del segundo pereiópodo para las poblaciones analizadas.

Tabla 10. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción propodio/ dactilo del segundo pereiópodo.

	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
Cañón la Lucha	13	2.10561	0.165116	1.87497	2.33625
Agua selva	47	2.15678	0.0868386	2.03549	2.27808
La Esmeralda	36	2.21523	0.0992226	2.07663	2.35382
Sótano la Lucha	11	1.89555	0.1795	1.64482	2.14628
Tuxtepec km 143	14	2.28997	0.15911	2.06772	2.51222
Tuxtepec km 150	13	2.18652	0.165116	1.95588	2.41716
Santa Ana	8	2.16768	0.210483	1.87368	2.46169
Agua Blanca	21	2.04788	0.129913	1.86642	2.22934

Se distinguen cuatro grupos homogéneos en la gráfica de la proporción propodio/ carpus del segundo pereiópodo, las cuales incluyen a 1) Cañón la Lucha, Agua Selva

y Santa Ana; 2) Sótano la Lucha, Tuxtepec km 143 y Agua Blanca; 3) La Esmeralda y 4) Tuxtepec km 150. Sin embargo, Santa Ana tiene media de 1.88384, siendo ésta mayor al de las demás poblaciones. Considerando que el valor $P < 0.05$, puesto que $F = 4.4936$ y $P = 0.0001$, existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel del 95% de confianza (véase en gráfica 10, tabla 11).



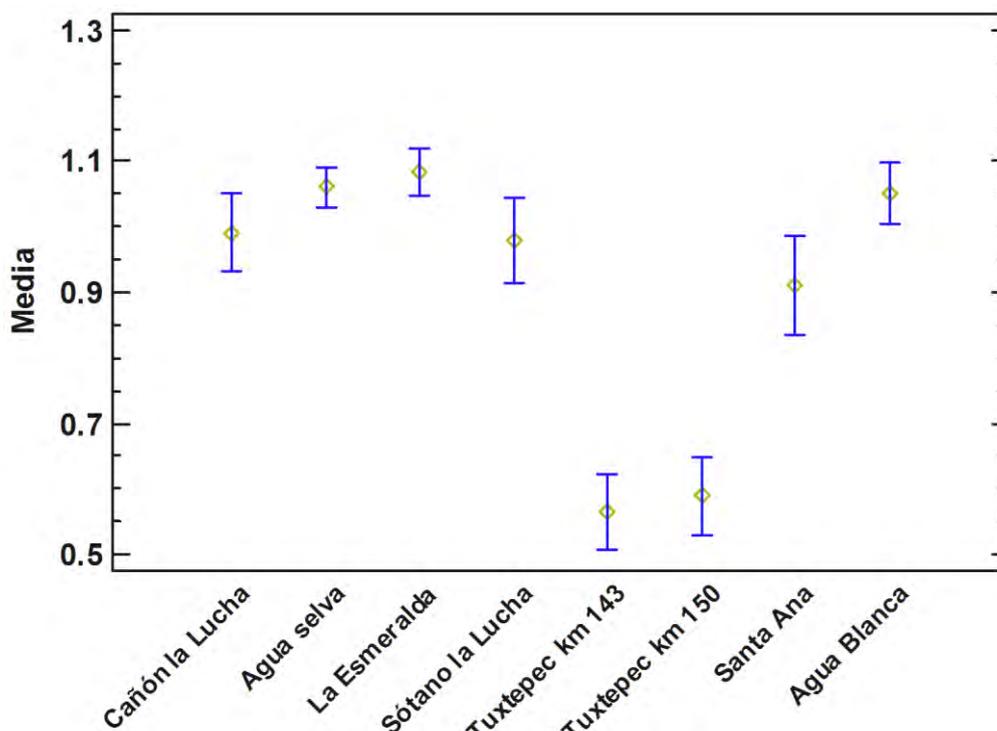
Gráfica 10. Comparación de medias y 95.0 % de Fisher en la proporción propodio/ carpus del segundo pereiópodo.

Tabla 11. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción propodio/ carpus del segundo pereiópodo.

	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
Cañón la Lucha	13	1.76509	0.0930871	1.63506	1.89512
Agua selva	47	1.83085	0.0489567	1.76246	1.89923
La Esmeralda	36	1.68712	0.0559384	1.60899	1.76526
Sótano la Lucha	11	1.51514	0.101196	1.37379	1.65649
Tuxtepec km 143	14	1.56781	0.089701	1.44251	1.6931
Tuxtepec km 150	13	1.40693	0.0930871	1.27691	1.53696
Santa Ana	8	1.88384	0.118663	1.71809	2.04959
Agua Blanca	21	1.51068	0.0732406	1.40838	1.61299

Se identifican tres grupos homogéneos en la gráfica de la proporción carpus/ merus del segundo pereiópodo, 1) Tuxtepec km 143, Tuxtepec km 150; 2) Santa Ana, Sótano

la Lucha y Cañón la Lucha y 3) Agua Blanca, Agua selva y La esmeralda, siendo el primer grupo las que poseen menor media con 0.564812 y 0.588746 respectivamente. Tomando en cuenta que $F= 31.7066$ y $P< 0.05$, existe una diferencia estadísticamente significativa entre alguna de las medias de las ocho variables con un nivel de confianza del 95% (véase en gráfica 11, tabla 12).



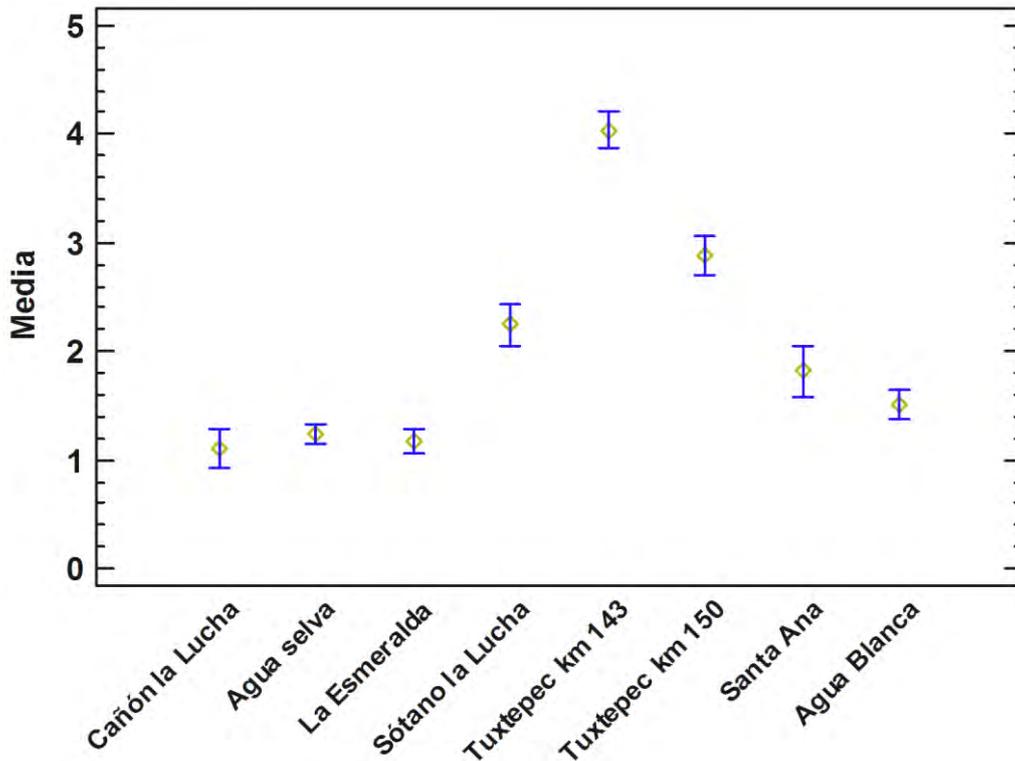
Gráfica 11. Comparación de medias y 95.0 % de Fisher en la proporción carpus/ merus del segundo pereiópodo de las poblaciones analizadas.

Tabla 12. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción carpus/ merus del segundo pereiópodo.

	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
Cañón la Lucha	13	0.991241	0.0424386	0.931962	1.05052
Agua selva	47	1.06032	0.0223195	1.02915	1.0915
La Esmeralda	36	1.083	0.0255024	1.04738	1.11862
Sótano la Lucha	11	0.979926	0.0461356	0.915483	1.04437
Tuxtepec km 143	14	0.564812	0.0408949	0.50769	0.621935
Tuxtepec km 150	13	0.588746	0.0424386	0.529467	0.648024
Santa Ana	8	0.910069	0.0540988	0.834504	0.985635
Agua Blanca	21	1.04957	0.0333905	1.00293	1.09621

Se aprecia en la gráfica siguiente de la proporción merus/ isquio del segundo pereiópodo, seis grupos homogéneos los cuales incluyen a 1) Cañón la Lucha, Agua

selva y La Esmeralda; 2) Santa Ana 3) Agua Blanca; 4) Sótano la Lucha; 5) Tuxtepec km 143 y 6) Tuxtepec km 150, siendo el cuarto grupo el que presenta mayor media (4.03554). Por lo que se puede decir que, existe una diferencia estadísticamente significativa en algunas de las poblaciones analizadas, con un nivel de confianza del 95%, $F= 82.1144$ y $P < 0.05$ (véase en gráfica 12 y tabla 13).



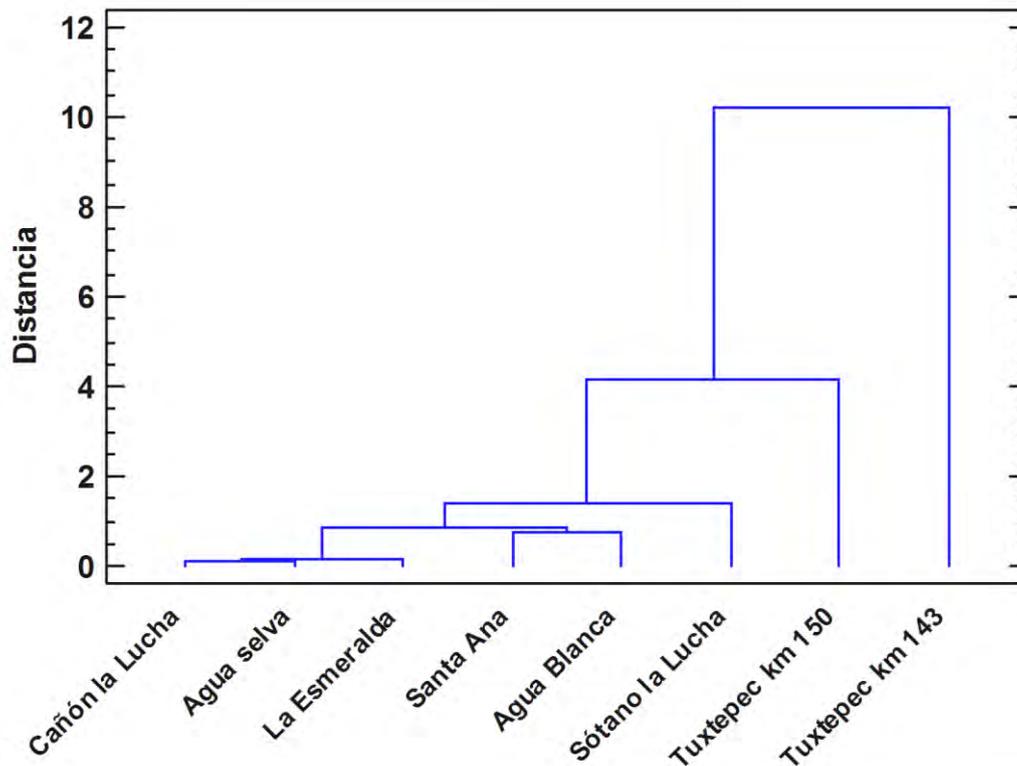
Gráfica 12. Comparación de medias y 95.0 % de Fisher en la proporción merus/ isquio del segundo pereiópodo de las poblaciones estudiadas.

Tabla 13. Valores de medias y error estándar para cada una de las poblaciones en la proporción merus/ isquio del segundo pereiópodo.

			<i>Error Est.</i>		
	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Cañón la Lucha	13	1.09941	0.128254	0.920265	1.27856
Agua selva	47	1.24353	0.0674517	1.14932	1.33775
La Esmeralda	36	1.17289	0.0770709	1.06524	1.28054
Sótano la Lucha	11	2.24217	0.139426	2.04742	2.43692
Tuxtepec km 143	14	4.03554	0.123588	3.86291	4.20817
Tuxtepec km 150	13	2.87565	0.128254	2.6965	3.05479
Santa Ana	8	1.81429	0.163492	1.58592	2.04265
Agua Blanca	21	1.50531	0.100909	1.36436	1.64627

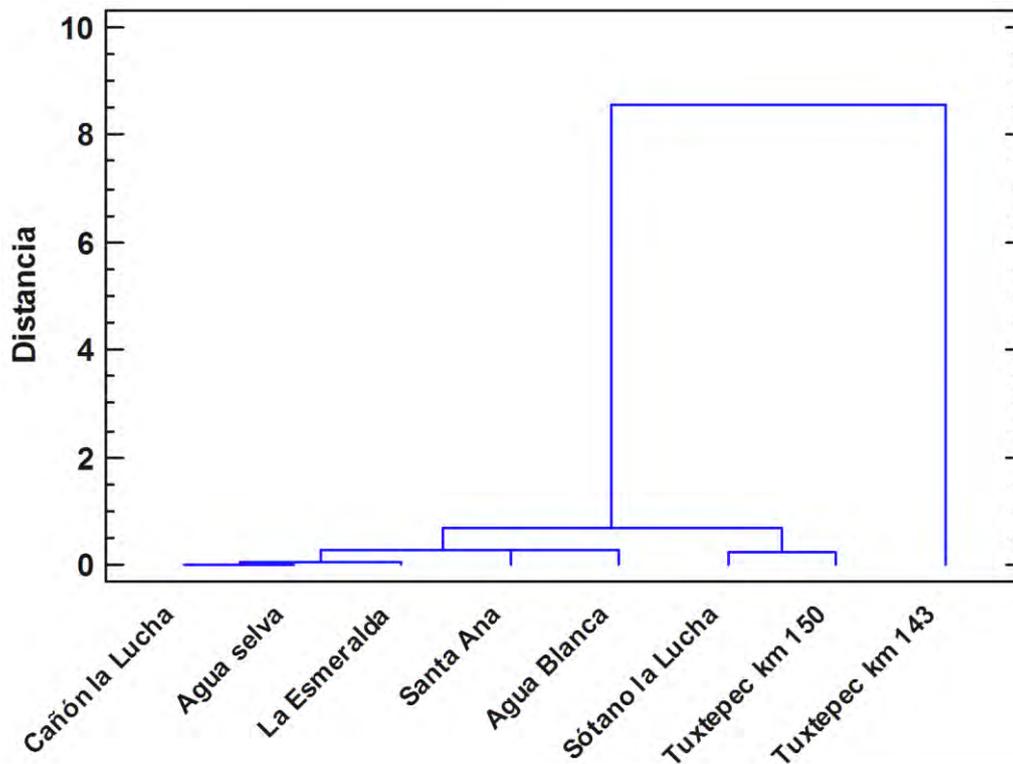
En el siguiente dendograma, considerando los promedios de todas las proporciones, se observan seis grupos, los cuales están conformados por 1) Cañón la Lucha, Agua

selva y La Esmeralda que son morfométricamente similares; 2) Santa Ana y 3) Agua Blanca tienen parámetros morfométricos similares, sin embargo, presentan cierta distancia; 4) Sótano la Lucha; 5) Tuxtepec km 150 y 6) Tuxtepec km 143, siendo este último, la población independiente, pues presenta la mayor distancia con respecto a las demás poblaciones.



Gráfica 13. Dendrograma de proporciones telson/sexta somite, L/A escama, primer y segundo pereiópodo, con el método del vecino más cercano, Euclídeana cuadrada.

El dendrograma siguiente, considerando los promedios de las proporciones telson/sexta somite, largo/ ancho de escama, propodio/ dáctilo, propodio/ carpus, carpus/ merus merus/ isquio del segundo pereiópodo, muestra 5 grupos y están representados por: 1) Cañón la Lucha, Agua selva y La Esmeralda; 2) Santa Ana; 3) Agua Blanca; 4) Sótano la Lucha y Tuxtepec km 150 y 5) Tuxtepec km 143, demostrando que esta última población, al igual que en el dendrograma anterior es independiente, pues la distancia Euclídeana es mayor a diferencia de los demás grupos.



Gráfica 14: Dendrograma de proporciones telson/sexto somite, L/A escama y segundo pereiópodo, con el método del vecino más cercano, Euclídeana cuadrada.

C) ANÁLISIS ORNAMENTAL

C.1 FOTOGRAFÍAS DE MICROELECTRÓNICO.

Comparación entre las poblaciones analizadas con desarrollo abreviado, con respecto al apéndice masculina y apéndice interna (Figuras 6- 13).

En la figura 6A, se señala el apéndice masculina, esta estructura, cuenta con un total de 27 espinas, la figura 6B se presenta el apéndice interna, mientras que la figura 6C, se aprecian 28 cincinnulis con los que cuenta el apéndice interna.

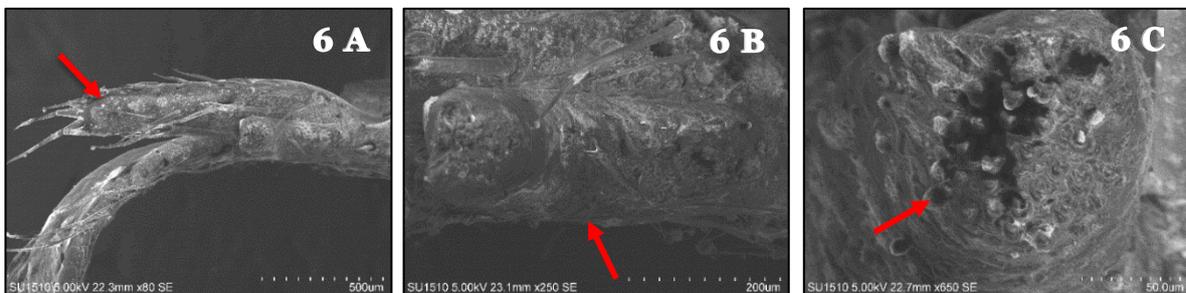


Figura 6A-C. Fotografía de gonópodos de langostinos colectados en Cañón la Lucha.

Estas fotografías muestran las estructuras del apéndice masculina, con un total de 25 espinas (7A), el apéndice interna (7B) y en la figura (7C), se aprecia que este gonópodo, cuenta con un total de 29 cincinnulis

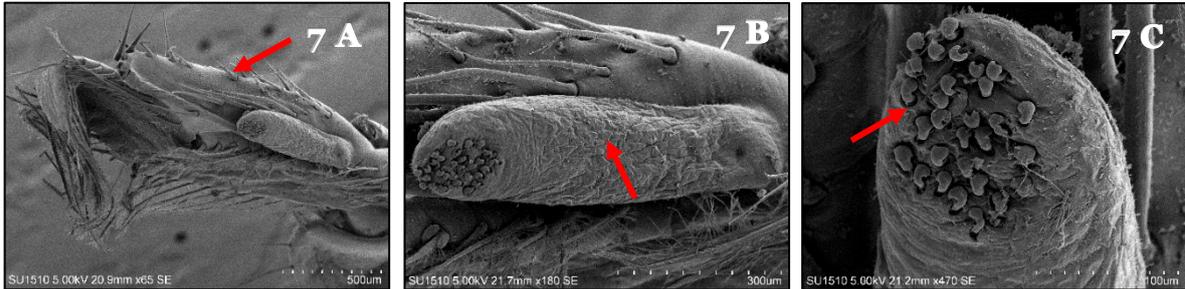


Figura 7A-C. Fotografía de gonópodos de langostinos colectados en Agua selva.

La figura 8A, muestra el apéndice interna con un total de 14 espinas, en la figura 8B, se muestra el apéndice interna y en la figura 8C, se aprecia que el apéndice interna cuenta con 17 cincinnulis.

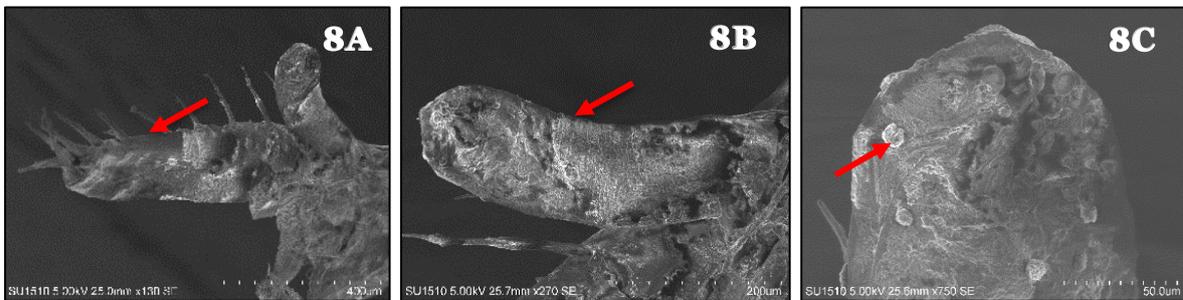


Figura 8A-C. Fotografía de gonópodos de langostinos colectados en La Esmeralda.

Se observa en la figura 9A, el apéndice masculina con un total de 24 espinas, en la figura 9B, se observa el apéndice interna, mientras que en la figura 9C, se aprecia que la última estructura mencionada, cuenta con un total de 29 cincinnulis.

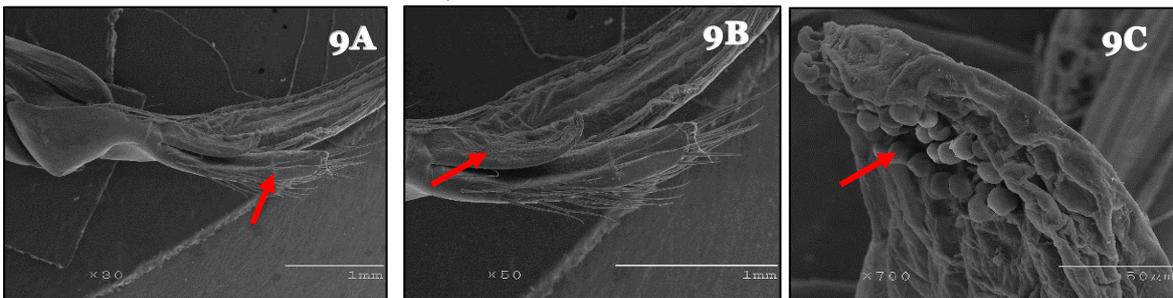


Figura 9A-C. Fotografía de gonópodos de langostinos colectados en Sótano la

En la figura 10B se aprecia el apéndice interna, mientras que en la figura 10C, se aprecia claramente que el apéndice interna cuenta con un total de 12 cincinnulis.

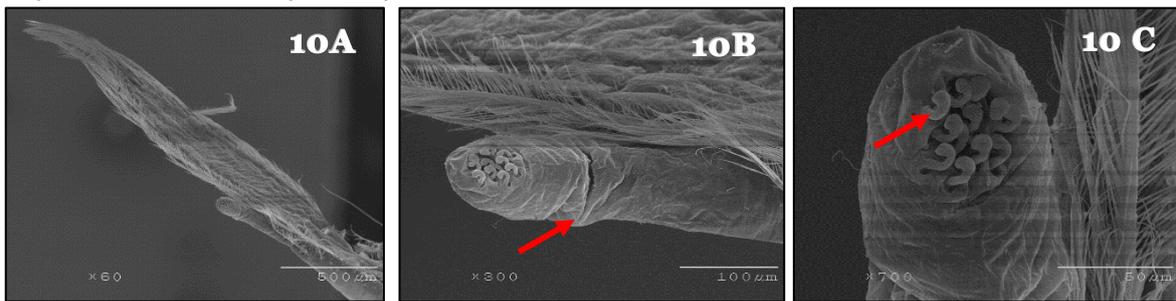


Figura 10. Fotografía de gonópodos de langostinos colectados en Tuxtepec km 143.

Se aprecia en la figura 11B el apéndice interna, así mismo, se observa en la figura 11C que esta estructura cuenta con un total de 20 cincinnulis.



Figura 11A-C. Fotografía de gonópodos de langostinos colectados en Tuxtepec km 150.

Se aprecia en la figura 12A, el apéndice masculina, que cuenta con un total de 20 espinas, en la figura 12B, se muestra el apéndice interna y en la figura 12C, se observa un total de 28 cincinnulis.

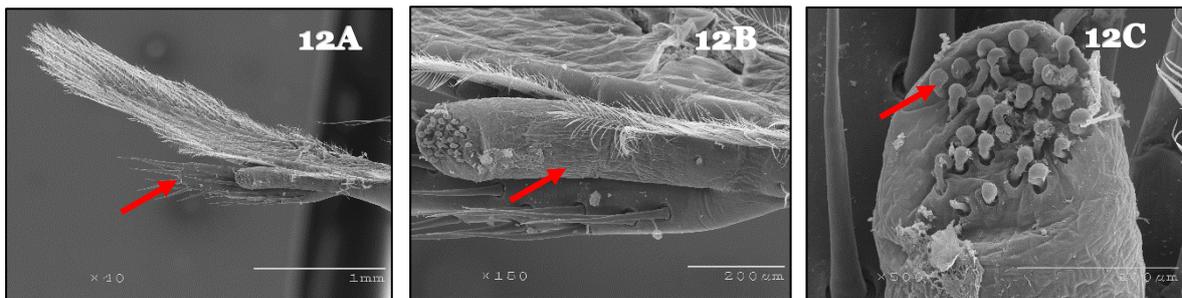


Figura 12A-C. Fotografía de gonópodos de langostinos colectados en Santa Ana

Se aprecia en la figura 13A, el apéndice masculina, con un total de 19 espinas, en la figura 13B, se encuentra el apéndice interna y mientras que en la figura 13C, se aprecia que el apéndice interna cuenta con 24 cincinnulis.

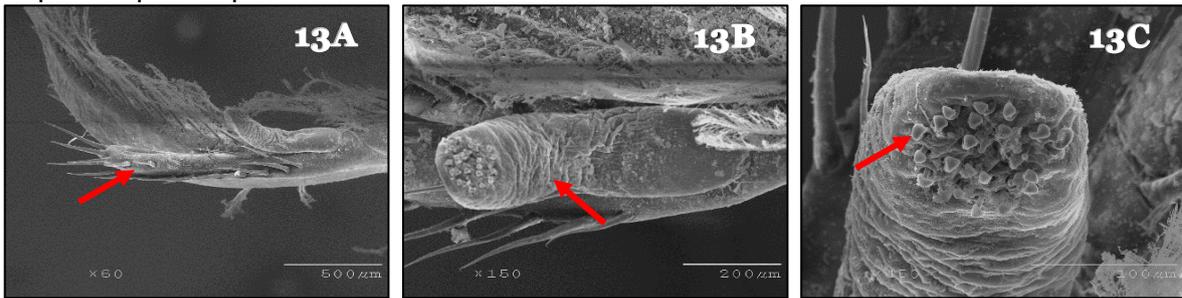


Figura 13A-C. Fotografía de gonópodos de langostinos colectados en Agua Blanca.

C.2 FÓRMULAS ROSTRALES.

En la tabla 14, se encuentra las tres fórmulas rostrales más frecuentes de cada población de langostinos colectados, con el número de organismos que lo presentan, así como el análisis del apéndice masculina y apéndice interna, el número de espinas y número de cincinnulis.

Entre los resultados principales, se observa que, la población La Esmeralda, en la proporción apéndice masculina y apéndice interna, es mayor con respecto a las demás poblaciones con 2.42, seguido de Agua Blanca con 2.31 y Agua selva con 2.26.

En cuanto al número de espinas del apéndice masculina, la población con mayor número es Cañón la Lucha con 27, posteriormente se encuentra Agua selva con 25 y Sótano la Lucha con 24.

Se observa que las poblaciones con mayor número de cincinnulis presentes en el apéndice interna son Agua selva y Sótano la Lucha con 29 en ambos casos, seguidos de las poblaciones Cañón la Lucha con 28 y Santa Ana de igual forma con 28.

La población Tuxtepec km 143, presenta 1.47 en la proporción del apéndice masculina y el apéndice interna, cuenta con 9 espinas en el apéndice masculina y 12 cincinnulis en el apéndice interna, cabe mencionar que es la población que tiene mayor diferencia con respecto a las demás poblaciones, así mismo en la formula rostral, tiene similitud con los langostinos de Tuxtepec km 150 con $5(3)/2$.

Tabla 14. Fórmulas rostrales frecuentes de cada población de langostinos, resultado de la división del apéndice masculina entre el apéndice interna, total de espinas y número total de cincinnulis.

Localidad	Fórmula rostral	Total	Apéndice masculina/ apéndice interna	Número de espinas	Número de cincinnulis
Cañón la Lucha	9(1)/2	5	1.97	27	28
	10(1)/2	3			
	8(1)/2	2			
Agua selva	8(1)/1	13	2.26	25	29
	9(1)/2	5			
	9(1)/1	5			
La Esmeralda	11(2)/2	6	2.42	14	17
	12(2)/2	5			
	10(2)/2	4			
Sótano la Lucha	9(3)/2	3	1.75	24	29
	7(3)/2	3			
	10(3)/3	2			
Tuxtepec km 143	5(3)/2	5	1.47	9	12
	5(4)/2	4			
	4(3)/2	1			
Tuxtepec km 150	6(3)/2	3	2.05	10	20
	5(3)/2	3			
	5(3)/1	3			
Santa Ana	9(3)/2	6	1.78	20	28
	10(4)/2	2			
	10(3)/2	1			
Agua Blanca	10(3)/2	7	2.31	19	24
	9(3)/2	5			
	8(3)/2	4			

DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos en el mapa de altimetría con los sitios colectados (figura 5) y la tabla 1, se evidencia que las poblaciones de langostinos de Tuxtepec km 143 se encuentran a una altitud de 123.14 m y Tuxtepec km 150 a una altitud de 152.7 m, existiendo una distancia de 7 km, por lo que son geográficamente cercanos. Sin embargo, se observa que existe diferencia entre éstas dos. Estos resultados guardan relación con el trabajo de Mejía *et al.* (2003), donde señalan que a pesar de existir dos especies geográficamente cerca, *Macrobrachium totonacum* y *M. villalobosi*, son morfológicamente diferentes.

Esto mismo ocurre con la población de *Macrobrachium sbordonii* a una altitud de 360 msnm, una especie de cueva, perteneciente a la población del Sótano la Lucha, descrita por Mejía-Ortiz *et al.*, (2008), es diferente a la población del Cañón la Lucha que se encuentran en la misma localidad a 266 msnm, con sólo 5.59 km de distancia, a pesar de ésta, se encontró que ésta última población mencionada con los langostinos de Agua selva y La Esmeralda con distancia geográfica de 43.46 km y 97.76 km respectivamente, son morfométricamente iguales, circunstancia que se asimila con trabajo de Román *et al.*, (2000) con la especie *M. vicconi* que puede ser comparado con *M. quelchi*, debido a las notables similitudes morfológicas que estos presentan, encontrando las diferencias entre estos dos en la longitud del primer pereiópodo y las proporciones relativas de los artejos del segundo pereiópodo.

Agua Blanca y Santa Ana se distribuyen en regiones con una fisiografía generalmente plana, a altitudes de 166.12 msnm y 42.36 msnm respectivamente, pese a esto, presentan similitudes morfométricas, como el largo/ ancho de escama, propodio/ dácilo, propodio/ carpus, carpus/ merus del primer pereiópodo, en el largo/ ancho de palma y merus/ isquio del segundo pereiópodo, la distancia entre estas dos poblaciones es de 64.45 km.

De igual forma, se observa claramente en las gráficas de comparación de promedios que las poblaciones Tuxtepec km 143 y Tuxtepec km 150 se diferencian de las demás poblaciones, coincidiendo estas dos únicamente en el propodio/ carpus, carpus/ merus del primer pereiópodo, y en el carpus/ merus del segundo pereiópodo. Mientras que Cañón la Lucha, Agua selva y La Esmeralda coinciden en la mayoría de las proporciones.

De acuerdo al dendograma de proporciones (gráfica 13), se observa un primer grupo con las poblaciones del Cañon la Lucha, Agua Selva y La Esmeralda, son morfométricamente iguales por las proporciones del telson/ sexto somite y en todos los artejos del primer pereiópodo, así como en el largo/ ancho de palma y merus/ isquio del segundo pereiópodo, además, Agua Selva y La Esmeralda presentan similitud en la proporción del apéndice masculina y el apéndice interna con 2.26 y 2.42 respectivamente, sus fórmulas rostrales más frecuentes son $9(1)/2$, $8(1)/1$ y $11(2)/2$, mientras que el número total de cincinnulis es de 27, 25 y 14 para dichas poblaciones.

Un segundo subgrupo con las poblaciones Santa Ana y Agua Blanca que representan independencia entre ellas, con una distancia de 64.45 km, reflejando que son similares en las proporciones largo/ ancho de escama, propodio/ dactilo, propodio/ carpus y carpus/ merus del primer pereiópodo, así como en el merus/ isquio del segundo pereiópodo y en la fórmula rostral con $10(3)/2$ y $9(3)/2$. Así mismo, las espinas que presenta el apéndice interna son de 20 y 19 respectivamente.

Seguidamente, se aprecian tres poblaciones más que presentan independencia, la mencionada especie descrita, *M. Sbordonii*, perteneciente a la cueva del Sótano la Lucha, distribuyéndose a altitudes de 360 msnm, la fórmula rostral más frecuente para esta población es de $9(3)/2$, la proporción del apéndice masculina entre el apéndice interna es de 1.75, el número de cincinnulis que presenta es de 29 y el número total de espinas el apéndice interna es de 24.

La población de langostinos de la localidad Tuxtepec km 150, se distribuyen a una altitud de 152.7 msnm, presentan una mayor frecuencia de $6(3)/2$ en la fórmula rostral, el número total de cincinnulis es de 20, la proporción del apéndice masculina entre el apéndice interna es de 2.05, mientras que el número total de espinas que presenta dicha población es de 10.

La población Tuxtepec km 143, se encuentra distribuido a una altitud de 123.14 msnm, y es la que presenta las mayores diferencias morfométricas comparado con las siete poblaciones antes mencionadas, esto se refleja en el largo/ ancho de escama, largo/ ancho de palma, propodio/ dactilo y merus/ isquio del primer pereiópodo, en el largo/ ancho de palma y el merus/ isquio del segundo pereiópodo, la fórmula rostral más

frecuente que presenta es de $5(3)/2$, el resultado de la proporción del apéndice masculina entre el apéndice interna es de 1.47, su número total de espinas es de 9, de igual forma, presenta el menor número de cincinnulis (12), con respecto a las otras siete poblaciones.

De acuerdo con los resultados de la ornamentación, la población del Cañón la Lucha con la tercera fórmula rostral más frecuente $8(1)/2$, es comparable con *Macrobrachium sbordonii* (Mejía-Ortíz *et al.*, 2008) la especie de cueva que habita en la misma localidad, sin embargo no son iguales en la proporción del apéndice masculina y el apéndice interna; la fórmula rostral más frecuente para La Esmeralda es de $11(2)/2$, es semejante a la ornamentación de *Macrobrachium villalobosi* (Hobbbs, 1973), pero se diferencian en la proporción del apéndice masculina y el apéndice interna con 2.42 y 1.85 correspondientemente y de igual manera *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1836), es semejante en cuanto a su ornamentación con la población de Santa Ana con $10(4)/2$.

.

CONCLUSIÓN

A) ¿Las poblaciones de langostinos dulceacuícolas del género *Macrobrachium* de la zona norte del río Grijalva son iguales?

Las poblaciones analizadas en este estudio reflejaron que no son iguales, debido a que existen diferencias morfológicas en algunas de estas, quedando las siguientes poblaciones diferenciadas:

Grupo 1: Cañón la Lucha, Agua selva y La Esmeralda.

Grupo 2: Sótano la Lucha (*Macrobrachium sbordonii*).

Grupo 3: Tuxtepec km 143.

Grupo 4: Tuxtepec km 150.

Grupo 5: Santa Ana.

Grupo 6: Agua Blanca.

B) Mediante las gráficas de comparación de medias, la tabla de ornamentación y el dendograma, se reflejó claramente que la población que presentó las mayores diferencias es Tuxtepec km 143.

C) Todas las poblaciones se colectaron en un rango de altitud de 85 a 360 msnm, que es similar a la altitud registrada para el género *Macrobrachium* con desarrollo larval abreviado de 100 a 300 msnm.

D) El clima tropical húmedo y tropical subhúmedo se encuentra presente en los sitios de colecta, el trabajo de campo evidenció que, existe una relación importante de los arroyos con la vegetación ribereña, lo que indicaba presencia de langostinos.

E) Un estudio previo realizado por (Román *et al.*, 2000) mencionan que, a pesar de que el apéndice masculina y el apéndice interna no es utilizado tradicionalmente como un carácter taxonómico en el género *Macrobrachium*, su análisis puede ser útil para marcar diferencia entre las poblaciones, y como se observó en este estudio, el resultado de la proporción del apéndice masculina y el apéndice interna, el número de cincinnulis y el número de espinas, fueron diferentes para cada población.

LITERATURA CITADA

- Anónimo. 2014. *Programa regional de desarrollo 2013-2018. IX Istmo- Costa*. Comité de Planeación para el Desarrollo Regional (Coplader). 79 p.
- Arroyo-Renteria, G. y Magaña-Ríos, L. 2001. *Contribución al conocimiento de las especies de Macrobrachium y Atya con especial referencia a los langostinos en el cauce del río baluarte*. Tesis de licenciatura en biología pesquera, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa.
- Bauer, R.T. 2011a. Amphidromy and migrations of freshwater shrimps. I. Costs, benefits, evolutionary origins, and an unusual case of amphidromy. In: A. Asakura (ed.). *New frontiers in crustacean biology*. Proceedings of The Crustacean Society summer meeting, Tokyo, 20-24 September 2009, Brill, Leiden, pp. 145-156.
- Bauer, R.T. 2011b. Amphidromy and migrations of freshwater shrimp. II. Delivery of hatching larvae to the sea, return juvenile upstream migration, and human impacts. In: Asakura A (ed) *New Frontiers in Crustacean Biology*. Proceedings of The Crustacean Society summer meeting, Tokyo, 20-24 September 2009. Brill, Leiden, The Netherlands, pp 157- 168.
- Bookstein, F.L. 1996. Biometrics, biomathematics and the morphometric synthesis. *Bulletin of Mathematical Biology*, 58(2): 313-365
- Bueno, S. L. S. y S. A. Rodríguez. 1995. Abbreviated larval development of the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda: Palaemonidae), reared in the laboratory. *Crustaceana*, 68: 665-686.
- De Grave, S., Y. Cai y A. Anker. 2008. Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 287-293.
- García-Guerrero, M., M. Hendrickx. 2009. Proximate biochemical variations in eggs of the prawn *Macrobrachium americanum* (Bate, 1869) during its embryonic development. *Aquaculture Research*, 40: 575-581.
- García-Guerrero, M. 2010. Effect of Temperature on Consumption Rate of Main Yolk Components during Embryo Development of the Prawn *Macrobrachium americanum* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Journal of the World Aquaculture Society*, 41: 84-92.
- Gómez-Martínez, E. 2005. Proyecto Perfiles Indígenas: Diagnóstico Regional del Istmo de Tehuantepec. *Oaxaca City*, México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. CIESAS. Unidad Istmo.
- Graça-Melo, S. y A. L. Brossi-García. 1999. Postembryonic development of *Macrobrachium petronioi* (Caridea: Palaemonidae) in the laboratory. *Journal of Crustacean Biology*, 19(3): 622-642.

- Guzmán-Arroyo, M. 1987. *Biología, ecología y pesca del langostino Macrobrachium tenellum (Smith, 1871), en lagunas costeras del estado de Guerrero, México*. Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México. 323 p.
- Hernández-Sandoval, P. 2008. *Efecto de la temperatura en el crecimiento y sobrevivencia del langostino Macrobrachium occidentale y del acocil Cherax quadricarinatus*. Tesis de maestría en ciencias (recursos naturales y medio ambiente), Departamento de Acuicultura, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Instituto Politécnico Nacional, Sinaloa.
- Hobbs, Jr., H. H. 1973. Two new troglobitic shrimps (Decapoda: Alpheidae and Palaemonidae) from Oaxaca, México. *Bulletin of the Association for Mexican Cave Studies* 5: 73–80.
- Hobbs, H.H. & D.M. Lodge. 2010. Decapoda. In J.H. Thorp & A.P. Covich (Eds.). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, 3: 901-967.
- Holthuis, L. B. 1952. A general revisión of the Palaemonidae (Crustácea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae. Allan Hancock Foundation Publications. Occasional Paper 12, University of Southern California 12:1-396.
- Holthuis, L.B. 1980. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO catalogue. *FAO Fisheries Synopsis*, 125(1): 70.
- Holthuis L. B. 1995. The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (Crustacea, Decapoda, Natantia) with keys of their determination. *Zoologische Verhandelingen Uitgegeven doot het Rijksmuseum van Natuurlike Histore te Leiden* 26:1-147.
- Maddock, I. 1999. The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. *Freshwater Biology*, 41: 373-391.
- March, J. & C. Pringle. 2003. Food web structure and basal resource utilization along a Tropical Island stream continuum, Puerto Rico. *Biotropica*, 35-1: 84-93.
- Mejía-Ortíz, L. M. & F. Alvarez. 2010. Seasonal effects on the distribution of three species of *Macrobrachium* along an altitudinal gradient. *Crustaceana*, 83(4): 385-397.
- Mejía, L. M., F. Alvarez & R. G. Hartnoll. 2003. A new species of freshwater prawn, *Macrobrachium totonacum* (Decapoda: Palaemonidae), with abbreviated development from Mexico. *Crustaceana*, 76(1): 77-86.
- Mejía-Ortiz, L. M., F. Baldari & M. López-Mejía. 2008. *Macrobrachium sbordonii* (Decapoda: Palaemonidae), a new stygobitic species of freshwater prawn from Chiapas Mexico. *Zootaxa*, 1814: 49-57.

- Mejía-Ortíz, L. M & M. López-Mejía. 2011. Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae) with abbreviated development from the Papaloapan river basin, Veracruz, Mexico: Distribucion and the new species. *Crustaceana*, 84 (8): 949-973.
- Mejía-Ortíz, L. M., M. López-Mejía., A. Chale-Chim., Y. Perera-Pech., K. A. Crandall., O. Frausto-Martínez., & L. C. Santander-Botello. 2016. Freshwater Prawn (Palaemonidae: *Macrobrachium*) with Abbreviated Larval Development in Rivers of Mexico: Uses, Management, and Conservation Opportunities In: Basin River Management ISBN 978-953-51-4731-2.
- Montoya, J. 2003. Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). *Caribb. J. Sci.*, 39(1): 155-159.
- Murphy, N. & C. Austin. 2005. Phylogenetic relationships of the globally distributed freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae): biogeography, taxonomy, and the convergent evolution of abbreviated larval development. *Zool. Scr.*, 34(2):187-197.
- New, M. B., y S. Singholka. (1984). Cultivo del camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO. Doc. Téc. Pesca*, (225): 118.
- Pérez-García, E, A., J. A. Meave y C. Gallardo. 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana*, 56:19-88.
- Ponce-Palafox J. T., F. C. Arana-Magallón, H. Cabanillas-Beltrán y H. Esparza-Leal. 2002. Bases biológicas y técnicas para el cultivo de los camarones de agua dulce nativos del Pacífico americano *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) y *M. americanum* (Bate, 1968), en I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, CIVA.
- Román-Contreras, R. 1979. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, 6 (2): 137-160.
- Román, R., A. L. Ortega & L. M. Mejía. 2000. *Macrobrachium vicconi*, a new species of fresh-water shrimp from a rain forest in southeast Mexico, and comparison with congeners (Decapoda, Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology*, 20(1): 186-194.
- Schram, F. 1986, Crustacea. Oxford University Press. Incorporated. Nueva York, 606 pp.
- Toledo, A. 1995. *Geopolítica y desarrollo en el Istmo de Tehuantepec*. México. Centro de Ecología y Desarrollo. 265 pp.
- Valencia, D. y M. Campos. 2007. Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) of Colombia. *Zootaxa*, 1456: 1-44.

- Vega-Villasante, F., L. D. Espinosa-Chaurand., S. Yamasaki-Granados., E. Cortés-Jacinto., M. García-Guerrero., A. Cupul Magaña., H. Nolasco Soria y M. Guzmán Arroyo. 2011. Acuicultura del langostino *Macrobrachium tenellum*: engorda en estanques semirrústicos. Universidad de Guadalajara, México. (Eds). *El Centro Universitario de La costa de La Universidad de Guadalajara*. 87 p.
- Villalobos, F. A. 1967. Estudio de los Palaemonidae de México. I. *Macrobrachium acanthochirus* n. sp., del Sureste de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Hidrología* 37:167-173.
- Villalobos-Hiriart, J. L. A. Cantú Díaz-Barriga, and E. Lira-Fernández. 1993. Los crustáceos de agua dulce de México. *Revista de Sociedad Mexicana de Historia Natural, especial*, 44: 267-290.
- Wiegmann, A. F. A. 1836. Beschreibung einiger neuen Crustaceen des Berliner Museums aus Mexico und Brasilien. *Archiv für Naturgeschichte* 2: 145–151.

MORFOMETRÍA DE LOS LANGOSTINOS (PALAEMONIDAE: *MACROBRACHIUM*) CON DESARROLLO
LARVAL ABREVIADO EN LA ZONA NORTE DEL RÍO GRIJALVA (ISTMO DE TEHUANTEPEC)
CHIAPAS, MÉXICO.