



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

---

**División de Desarrollo Sustentable**

**Comparación morfométrica de poblaciones de  
camarones dulceacuícolas del género *Cryphiops*  
*spp.***

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

**Presenta**  
**Br. Guadalupe Enoé Espadas Escalante**

**Director de Tesis**  
**Dr. Luis Manuel Mejía Ortíz**

**Cozumel, Q. Roo, Julio de 2018.**

# UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Desarrollo Sustentable

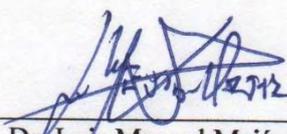


Tesis elaborada bajo la supervisión del comité de Tesis del programa de Licenciatura y aprobada como requisito para obtener el grado de:

LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

COMITÉ DE TESIS

Director:

  
Dr. Luis Manuel Mejía Ortiz

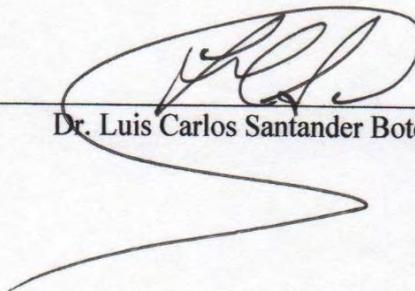


Asesor:

  
Dr. Oscar Frausto Martínez

UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO  
UNIDAD ACADÉMICA COZUMEL

Asesor:

  
Dr. Luis Carlos Santander Botello



Cozumel, Quintana Roo, México, Julio de 2018

## DEDICATORIAS

A mi madre Candy Escalante Chuc, que me ha apoyado en todos los aspectos de mi vida desde el día que me tuvo en sus brazos y que con mucho esfuerzo ha trabajado y luchado para que nunca nos falte nada; por darnos a mí y a mi hermano las herencias más importantes: educación y una carrera universitaria. Gracias por darnos amor todos los días y por ser la mejor mamá de todo el mundo. Te amo mami, esto es por ti y para ti, mi mejor amiga.

A mi tío Luis Escalante Chuc, que más que un tío, es mi segundo papá, por ser el pilar de la familia, por darnos ánimos de superarnos y por inculcarnos los valores para estar siempre unidos, porque eso nos hace especial como familia. Lo quiero tío y quiero escuchar siempre de usted un: “¡Esa es mi hija!” cada que se sienta orgulloso de mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Luis Manuel Mejía Ortiz, que me brindó las herramientas para mi formación académica y para realizar esta tesis, gracias por su paciencia y por enseñarme la teoría y la práctica con mucha sencillez, por darme la oportunidad de viajar a otros estados para aprender y conocer cosas nuevas, me hizo salir de mis miedos y de mi zona de confort.

A la Universidad de Quintana Roo Unidad Académica Cozumel, por el uso de sus instalaciones, principalmente del laboratorio de Carcinología y espeleología y, a los profesores por ser una parte fundamental en mi formación académica.

A mi hermano Jorge Espadas Escalante, que siempre me demostró que debemos luchar por lo que queremos y nunca darnos por vencidos cuando algo no salga como queremos, eres el hombre que más quiero en el mundo, gracias por siempre estar para mí.

A mis papás, Candy Escalante Chuc y Jorge Espadas Osorio, que siempre están para mí, gracias por cuidarme y protegerme desde el día que nací hasta el día de hoy, yo sé lo mucho que han batallado por mi bienestar.

A Jezreel Chan Zapata, que siempre estuvo para mí en mis momentos de estrés y cuando me sentía decaída, gracias por siempre darme ánimos y no dejarme tirar la toalla cuando no podía ni conmigo misma. Te quiero, gracias por siempre decirme que todo va a estar bien.

A mi familia, por ser la mejor, por siempre estar en las buenas y en las malas, por siempre estar unidos, por nunca darnos la espalda y por festejar siempre nuestros logros, gracias abuelitos, tíos y primos.

A mis amigos Lulú Rodríguez, Luis Uc y Yesica Chablé, porque fueron un pilar muy importante para mí en la carrera, cada uno de ustedes me aportó de su conocimiento, de su ayuda y de su cariño, gracias por tanto, por hacer los días de escuela muy divertidos y por hacer de las tareas en equipo algo que realmente disfrutábamos, los quiero.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
Género Cryphiops.....	9
ANTECEDENTES .....	11
JUSTIFICACIÓN .....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
OBJETIVOS.....	14
OBJETIVO GENERAL .....	14
OBJETIVOS PARTICULARES.....	14
ÁREA DE ESTUDIO.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
Trabajo de campo .....	16
Trabajo en el laboratorio .....	17
Trabajo de gabinete.....	18
Análisis de datos .....	18
RESULTADOS .....	19
A. Poblaciones medidas .....	19
B. Análisis morfométrico.....	21
C. Análisis ornamental.....	47
C.1. Fotografías de los gonópodos con el microscopio electrónico.....	47
C.2. Fórmulas rostrales y gonópodos .....	52
DISCUSIÓN.....	54
A. Distribución de los organismos .....	54
B. Análisis morfométrico.....	54
CONCLUSIÓN.....	57
LITERATURA CITADA .....	58
ANEXOS .....	60

## RESUMEN

Al no existir estudios morfométricos de las poblaciones de camarones dulceacuícolas del género *Cryphiops*, se hace necesario comparar morfométricamente poblaciones de este género, colectadas en el municipio de Ocosingo, Chiapas, México; con ello, registrar sus características y analizar sus proporciones para identificar las estructuras con mayor o menor plasticidad. El método para la captura de los individuos se realizó con un arrastre en las orillas de los arroyos con redes de cuchara; posteriormente, se separó cada uno de los langostinos y se colocaron en frascos de centelleo saturados con alcohol (etiquetados con los datos del día y lugar de la colecta). En el laboratorio, se efectuó la medición morfométrica con el vernier de los langostinos capturados y en una hoja de registro diseñada ex-profeso se anotaron los datos. Una vez realizado éstos, se procedió a la obtención de proporciones para las poblaciones bajo estudio. Se realizó un análisis comparativo de ANOVA para reconocer las medias de las proporciones y se usó el método multivariado para identificar las relaciones morfológicas de las poblaciones empleando el paquete estadístico Statgraphics 20.0. Con los argumentos de la literatura, se discutieron los motivos por los cuales la distribución geográfica, la ornamentación y la microdistribución de los langostinos interfieren en las diferencias morfológicas de las poblaciones analizadas. Con la realización de esta tesis se conoce que las poblaciones no son iguales entre ellas, debido que se formaron 4 agrupaciones en relación con las similitudes que poseen en la comparación de sus proporciones morfológicas.

**Palabras clave:** Camarones dulceacuícolas, Chiapas, *Cryphiops*, morfometría, Ocosingo.

## INTRODUCCIÓN

La morfología es la ciencia que estudia la forma de un determinado elemento, organismo o sistema. La morfometría trata de la cuantificación de los diversos elementos de forma o parámetros morfométricos. Comprende, además, el conjunto de métodos para medir las dimensiones de un sistema. Los parámetros morfométricos son dimensiones utilizadas para representar las medidas del sistema. Las medidas brindadas por la morfometría son patrones que comparan y cuantifican diferentes formas y volúmenes (Roldán & Ramírez, 2008).

Se denomina morfometría al conjunto de técnicas que nos permite obtener las características dimensionales de los objetos. Se utilizan estas técnicas para determinar los valores de los parámetros que definen los objetos, como son el área, el perímetro, la longitud o la anchura (Pertusa, 2010).

Los crustáceos (lat. *Crusta* = concha dura) son animales principalmente acuáticos, aunque hay algunas especies terrestres, y de vida libre o parásitos, constituyendo al conjunto dominante de artrópodos acuáticos y, generalmente, presentan el cuerpo dividido en tres regiones o tagmas: cabeza, tórax y abdomen. La constitución de la cabeza es bastante homogénea en todos los miembros del grupo, en realidad, es la tagma más uniforme de todos; está formada por 5 somites o segmentos fusionados, presentando como apéndices: dos pares de antenas (característica exclusiva del grupo, anténulas y antenas), un par de mandíbulas laterales generalmente de función trófica y un par de maxilas (Padilla & Cuesta, 2003).

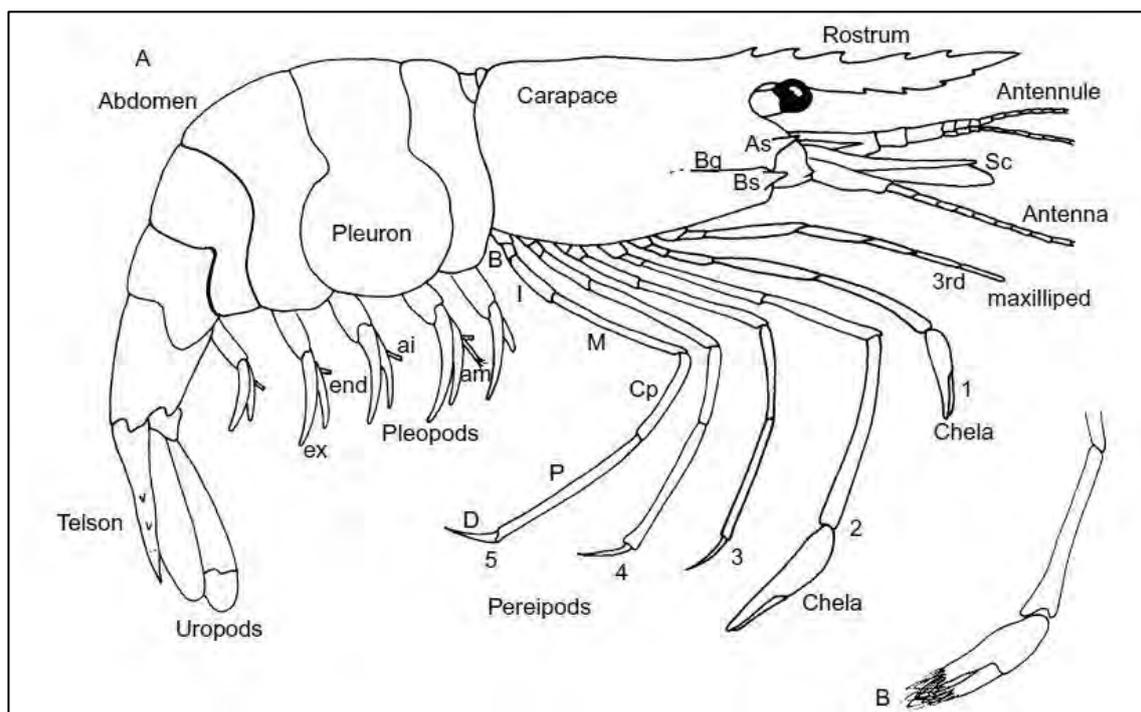
Los crustáceos, en su mayoría viven en ambientes marinos y de agua dulce. Los crustáceos (subfilo Crustacea) poseen apéndices birrámeos (ramificados) característicos muy especializados. Las langostas, las cigalas, los cangrejos y los camarones son crustáceos relativamente grandes llamados decápodos. La cutícula de los decápodos está endurecida por la presencia de carbonato de calcio; la porción que cubre la parte dorsal del cefalotórax forma un escudo llamado caparazón (Campbell & Reece, 2007).

Aunque los decápodos tienen la mayor diversidad de todas las órdenes de crustáceos, una serie de características son comunes a todos los decápodos. La extensa segmentación corporal y la presencia de apéndices articulados en todos los metámeros dan a los decápodos un aspecto primitivo (Hobbs & Lodge, 2015).

El cuerpo de los decápodos de agua dulce está encerrado en un exoesqueleto que consiste en polisacáridos complejos endurecidos con sales inorgánicas (excepto

en las juntas, donde la cutícula es delgada y flexible). Los segmentos de la cabeza y del tórax se funden para formar un cefalotórax grande cubierto por un solo escudo, el caparazón; esto se aplica a los camarones (Fig. 1) y cangrejos (Ibídem).

El caparazón rodea la cámara branquial. La porción anterior del cefalotórax contiene un par de ojos grandes y con patas, un rostrum mediano en camarones y cangrejos de río, dos pares de antenas y un par de mandíbulas. Los seis segmentos abdominales son distintos. El cefalotórax y el abdomen están compuestos de somitas, cada una con un par de apéndices ventrales, articulados, que son homólogos en serie y básicamente biramosos (birrámeos), pero modificados para diversas funciones (por ejemplo, sensorial, manejo de alimentos, limpieza, pellizco, caminar, copulación, fijación de huevos e incubación, y natación). El apéndice biramoso típico tiene forma de "Y" y la base de la "Y" está unida al somite. La base es el protopodito (que consta de dos articulaciones: coxopodita y basiopodita) que lleva un endopodito mesial, típicamente de cinco podómeros, y un exopodito lateral, con pocos a muchos segmentos. Los primeros tres pares de apéndices torácicos se modifican generalmente como maxilípedos (apéndices implicados en la alimentación y la locomoción). Algunas características de la morfología externa difieren entre los tres grupos. Los camarones son de manera general comprimidos lateralmente en relación con los cangrejos de río y especialmente a los cangrejos (Ibídem).



**Fig. 1. (A) Vista general lateral del camarón. Ai, apéndice interna; Am, apéndice masculina; As, espina antenal; B, base; Bg, ranura branchiostegal; Bs, espina branchiostegal; Cp, carpus; D, dactilo; final, endópodo; I, isquio; M, merus; P, propodios; Sc, escafocerito; y (B) quela del segundo pereopodo con parches de quelas apicales.**

*Fuente: Hobbs, H. H. & Lodge, D. M. 2015. Chapter 22. Decapoda [Figura]. Class Malacostraca, Order Decapoda. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates.*

### Género *Cryphiops*

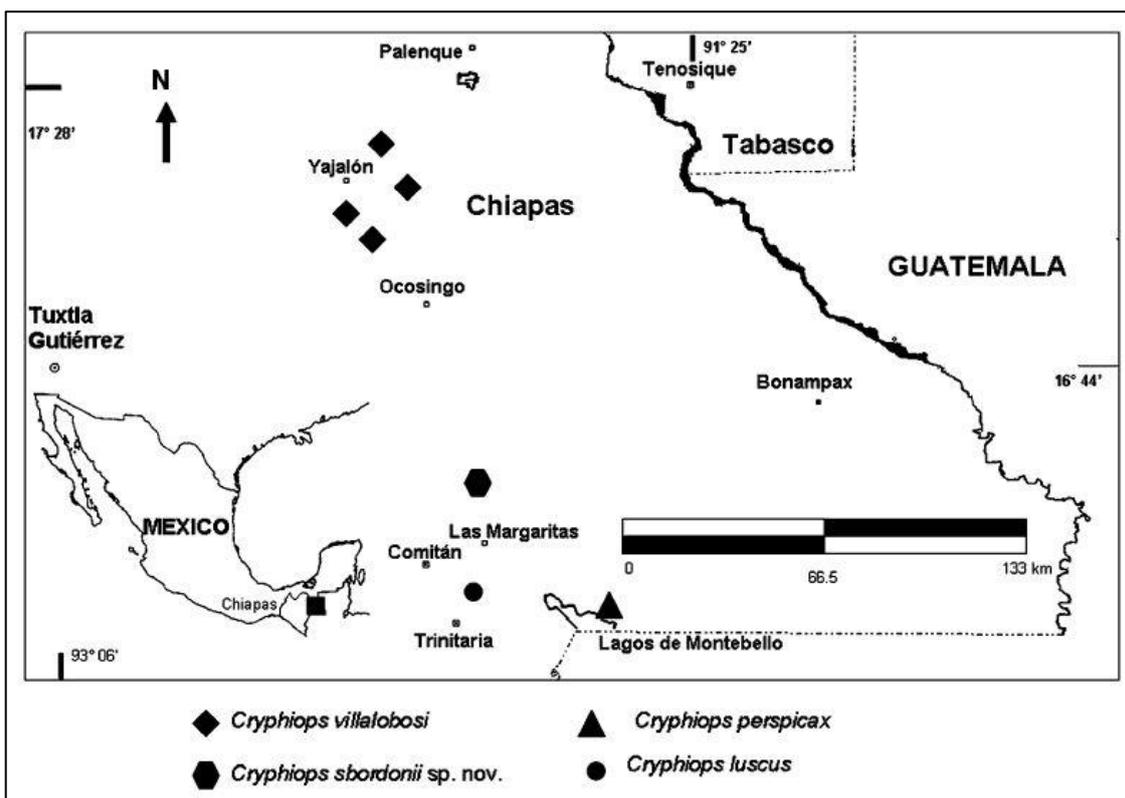
*Cryphiops* exhibe una distribución disjunta con las especies encontradas en América del Sur y algunas en México. Las especies de Perú y Chile se asignan a *Cryphiops (Cryphiops) caementarius*, mientras que las especies de Brasil y las cuatro especies de México se asignan a *Cryphiops (Bythinops)*. *Cryphiops* está estrechamente relacionado con *Macrobrachium tuxtlaense* de Veracruz sugiriendo que estos taxones mexicanos invadieron el agua dulce independientemente en un tiempo diferente de las especies sudamericanas de *Cryphiops* (Kawai & Cumberland, 2016).

Este género tiene las siguientes especies:

- *Cryphiops caementarius* (Molina 1962).
- *Cryphiops luscus* Holthuis 1973
- *Cryphiops perspicax* Holthuis 1977.
- *Cryphiops sbordonii* –Baldari, Mejía y López 2010.

- *Cryphiops villalobosi* Villalobos, Nates & Cantu, 1989.

En México hay varias cuevas en el estado de Chiapas, donde diversas especies de decápodos forman parte de la fauna obligada. Tres especies del género *Cryphiops*, actualmente habitan estos sistemas de cuevas y ríos epigeos que pertenecen al subgénero *Bythinops*: *Cryphiops luscus* y *Cryphiops perspicax* sólo han sido reportados en cuevas; y *Cryphiops villalobosi* se ha colectado de los ríos y arroyos epigeos (Fig. 2) (Baldari, Mejía-Ortíz & López, 2010).



**Fig. 2.** Distribución de las especies de *Cryphiops* en el estado de Chiapas, México. *C. luscus*: Cueva del Arco, San Rafael del Arco, La Trinitaria; *C. perspicax*: Cenote de la Cueva, Tzisco, La Trinitaria; *C. sbordonii*: Cueva Chambarro, Las Margaritas; *C. villalobosi* arroyos entre Ocosingo-Yajalon, Chiapas.

Fuente: Baldari, F., Mejía-Ortíz, L. M. & López-Mejía, M. 2010. A New cave species of *Cryphiops* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from Southern Mexico [Figura]. *Zootaxa* 2427: 47–54.

## ANTECEDENTES

En el año 2010, Baldari y colaboradores, describen una nueva especie del género *Cryphiops* (*C. sbordonii*), para la cueva Chamburro, ubicada en la localidad de Las Margaritas en el Estado de Chiapas, México; mencionando que *C. sbordonii* es similar a *C. luscus* por tener los ojos reducidos y por un agrandamiento de los apéndices ambulatorios, sin embargo, *C. sbordonii* difiere en el rostrum, en las proporciones del primer y segundo pereiópodo.

En el año 2012, Barbosa-Saldaña y colaboradores, encontraron diferencias de 4 poblaciones de camarón café de la especie *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) del Pacífico mexicano, en el que, por medio de un análisis morfométrico de 171 individuos recolectados en 4 localidades, se estimaron las variaciones morfológicas de cada muestra con el promedio de 18 medidas, en el que se utilizaron proporciones estandarizadas de algunas de éstas y la calculación de las distancias entre las muestras de donde fueron colectadas; mencionando como resultados que, dicha diferenciación entre poblaciones, aun siendo de la misma especie, podría relacionarse con las características ambientales de cada localidad y con posibles variaciones genéticas entre ellas.

May Cua en su tesis de licenciatura en el 2009, abordó una sección de un análisis morfométrico/estadístico de poblaciones de especies diferentes del género *Macrobrachium* de desarrollo abreviado, en el que por medio de las proporciones de algunas de las medidas tomadas de las diferentes partes del langostino, se realizó un análisis comparativo ANOVA mediante unas tablas, dando como resultados que su distribución está determinada por las características ambientales que fisiológicamente pueden soportar.

## JUSTIFICACIÓN

Hasta el momento, no existen estudios morfométricos de las poblaciones de camarones dulceacuícolas del género *Cryphiops* publicados, por lo tanto, esta contribución al conocimiento de los camarones del género *Cryphiops* permitirá hipotetizar sobre los niveles de plasticidad morfológica que este género presenta; se hace necesario comparar morfométricamente poblaciones de este género, colectadas en arroyos del municipio de Ocosingo, Chiapas, México, debido a que con ello se registrarán sus características y se analizarán sus proporciones.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Las poblaciones de camarones dulceacuícolas de la región de Ocosingo en el Estado de Chiapas, México, del género *Cryphiops* comparadas morfométricamente, son iguales?

Mucho se ha discutido acerca de la gran plasticidad genética de los crustáceos para habitar nuevos nichos; se considera que debido a la capacidad de los crustáceos de especializar las somitas corporales (tagmatización), así como los artejos de sus apéndices, les confiere más de un plan corporal básico y en consecuencia hace casi imposible caracterizar al grupo, entonces dicha capacidad de especializar y modificar su patrón corporal es la que les confiere una elevada diversificación y adaptación a diferentes condiciones ambientales (García-Madrigal, Villalobos-Hiriart, Álvarez & Bastida-Zavala, 2012); tomando en cuenta esta cuestión acerca de la plasticidad de los crustáceos, se quiere conocer si las poblaciones recolectadas en diferentes regiones del municipio de Ocosingo en el estado de Chiapas, México, son iguales mediante sus características morfométricas.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

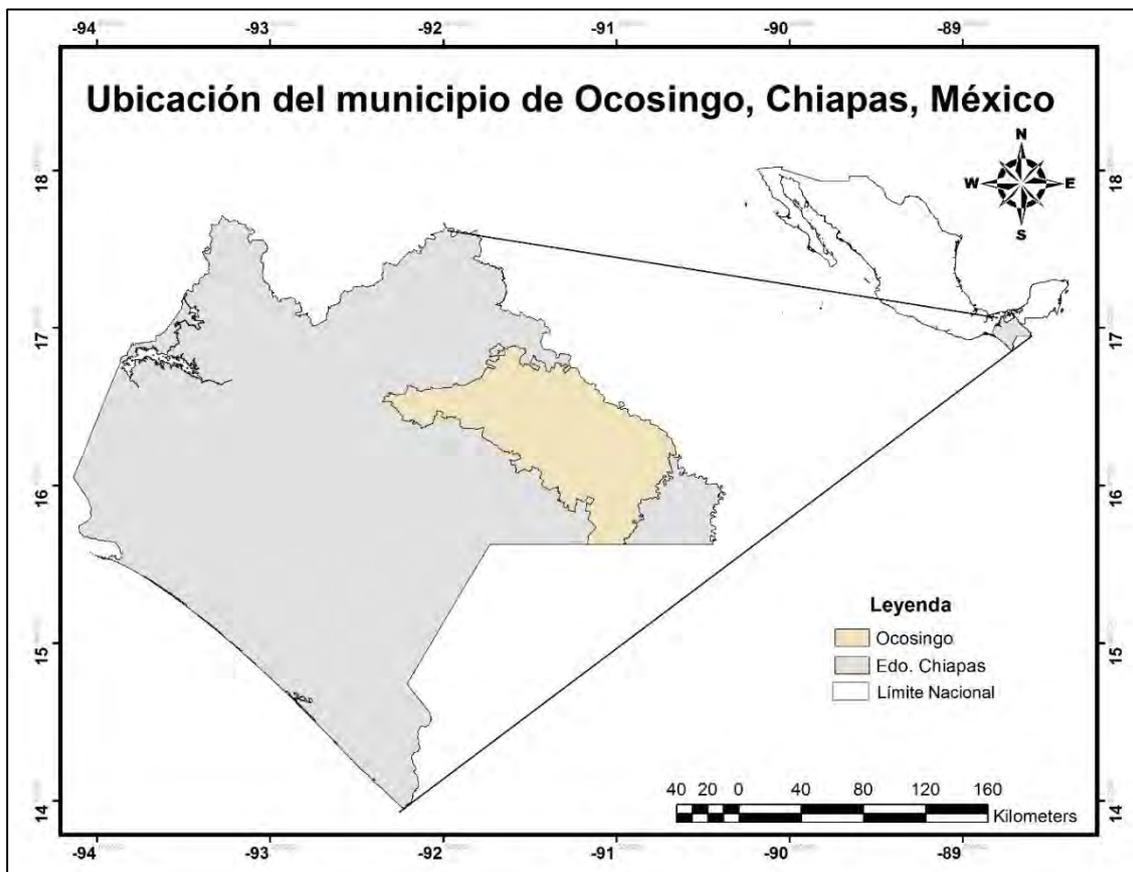
Comparar morfométricamente poblaciones de camarones dulceacuícolas del género *Cryphiops*.

### OBJETIVOS PARTICULARES

- Registrar las características morfométricas de 10 poblaciones de camarones dulceacuícolas del género *Cryphiops*.
- Analizar las proporciones morfométricas para identificar las estructuras con mayor o menor plasticidad.
- Generar una base de datos georrefenciada con las características morfométricas de las 10 poblaciones de camarones dulceacuícolas del género *Cryphiops*.

### ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio está localizada en el Estado de Chiapas, la cual comprenderé a al municipio de Ocosingo (Fig. 3), el cual se localiza en las Montañas del Oriente. Dicho municipio está formado por una extensión territorial de unos 8,617.49 kilómetros cuadrados. Se encuentra a una altura de 900 metros sobre el nivel del mar, se localiza entre las coordenadas geográficas 16° 54' latitud norte y entre 92° 06' longitud oeste.



**Fig. 3. Ubicación del municipio de Ocosingo, Chiapas, México.**

*Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los organismos se colectaron en Ocosingo del 21 de mayo al 3 de junio del 2017, en el estado de Chiapas; las poblaciones bajo estudio serán de los siguientes arroyos:

- Estación 19
- Gpe. Puente
- Sta. Ma. Jataté
- Tzaquilá
- La Laja
- Ejido Gpe. Chactajal
- Invernadero
- Jataté
- Estación 16
- Ranchería Verapaz

### Trabajo de campo

Los materiales que se requieren para la colecta de estos langostinos son redes de cuchara y frascos para colocarlos luego de su captura. El método para realizarlo es localizar el sitio en la puedan estar los langostinos, en este caso es en las orillas de los arroyos en las que existan presencia de hojarasca y/o de raíces, posteriormente, se efectúa un arrastre rápido con la red y, lo que se haya obtenido de éste, se revisa minuciosamente. Si se capturaron langostinos, se colocan en un frasco con un poco de agua del mismo arroyo.

Lo siguiente a realizar es la separación de éstos; cada uno de los langostinos debe ser colocado individualmente en un frasco de centelleo saturado con alcohol, esto para que se conserven. Se le coloca a cada uno de ellos una etiqueta de papel albanene escrita a lápiz con la fecha de la colecta, la hora, el número de colecta, el nombre del sitio, de la localidad, del municipio, del estado, las coordenadas geográficas y el nombre de los colectores, mientras que en la tapa del frasco del

centelleo se le coloca un número en serie que va del 1 al n... (este número es para la identificación de ellos cuando se utilicen).

### **Trabajo en el laboratorio**

Se realiza la medición morfométrica de los langostinos colectados. Primeramente, en una hoja de registro diseñada ex-profeso (Anexo 1) se localizan las partes del langostino que se requieren medir. El primer dato es el número asignado a cada uno de los organismos, posteriormente se debe escribir el sexo, el cual se identifica observando debajo de los pereiópodos y al inicio del abdomen; si en ese espacio se observan dos pequeñas protuberancias juntas, es un macho y si se observa un orificio, es una hembra; en la mayoría de las veces, se puede identificar el sexo de cada langostino a simple vista, sin embargo, en algunas ocasiones, se requiere el uso de un microscopio de disección. Se coloca al langostino en una caja de Petri con alcohol (esto para que no se pueda secar y romper). El tercer dato es la medición del tamaño total del langostino y se consigue con una herramienta de medición llamada "vernier", éste tomará las medidas en milímetros. El cuarto dato es el caparazón, que va del rostro hasta el final de la cabeza. El quinto dato es la fórmula rostral, la cual se obtiene contando las espinas que posee su rostro (que es la parte en su morfología que tiene forma de sierra y se encuentra en la parte superior de la cabeza); para completar la fórmula rostral se necesitan 3 datos, el primero es el número de espinas que tiene la parte superior del rostro, el segundo (el cual va después del primero dato y dentro de paréntesis), es el número de espinas que posee antes del ojo, consecutivamente se le pone una diagonal, y el tercer dato es el número de espinas que tiene en la parte inferior del rostro. Para contar cada una de las espinas se requiere el uso del microscopio, tomando en cuenta que las espinas son pequeñas y no se ven a simple vista; al finalizar, se prosigue a medir con el vernier el tamaño del rostro. Las siguientes medidas son la longitud del segundo pereiópodo, tanto del izquierdo como del derecho; si los pereiópodos se encuentran doblados, se deben de estirar con cuidado para que no se rompan y las medidas sean más exactas. La siguiente parte de su morfología por medir es la longitud del sexto somite, el cual es la última división del abdomen del langostino; se mide el telson y la antena. De igual forma, se mide el ancho y largo de una de sus escamas.

Se midieron las partes que componen tanto al primer pereiópodo como al segundo. En la quela de ambos se mide la longitud y ancho de la palma, el dácilo y el propodio. Posteriormente se registran en la hoja ex-profeso las medidas del carpus, merus y del isquio.

Se debe de considerar que, son partes frágiles y que se deben de manipular con delicadeza y con la ayuda de una pequeña pinza de disección para que sea fácil y, de esa manera evitar el menor daño posible a cada una de las partes del langostino. Cuando el tamaño del langostino es considerable, se pueden medir cada una de las partes sin la necesidad de utilizar el microscopio de disección; sin embargo, es recomendable usarlo cuando existe un grado de dificultad para distinguir las divisiones de cada una de ellas, porque de esa manera, las medidas son más exactas y tienen un margen mínimo de error. El último dato que se necesita para completar el registro de mediciones es verificar en el microscopio si entre los dedos de la quela (tanto en el móvil como en el fijo), poseen dientes.

### **Trabajo de gabinete**

Con los datos obtenidos se genera una base de datos en un archivo de Excel, de tal forma que deben quedar de la misma manera que en la hoja, si el dato no existe, se deja en blanco la casilla correspondiente, para que no haya una alteración al momento utilizarlos.

Una vez hecho esto, se procederá a obtener las siguientes proporciones en la misma base de datos realizada con anterioridad:

- Telson/Sexto somite
- Largo/ancho de la escama

Para el primer y segundo pereiópodo:

- Largo/ancho de la palma
- Propodio/dáctilo
- Propodio/carpus
- Carpus/merus
- Merus/isquio

### **Análisis de datos**

Se realizará un análisis comparativo de ANOVA para comparar las medias de las proporciones mencionadas, asimismo se utilizará el método de análisis multivariado para identificar las relaciones morfológicas entre estas poblaciones utilizando el paquete estadístico Statgraphics 20.0

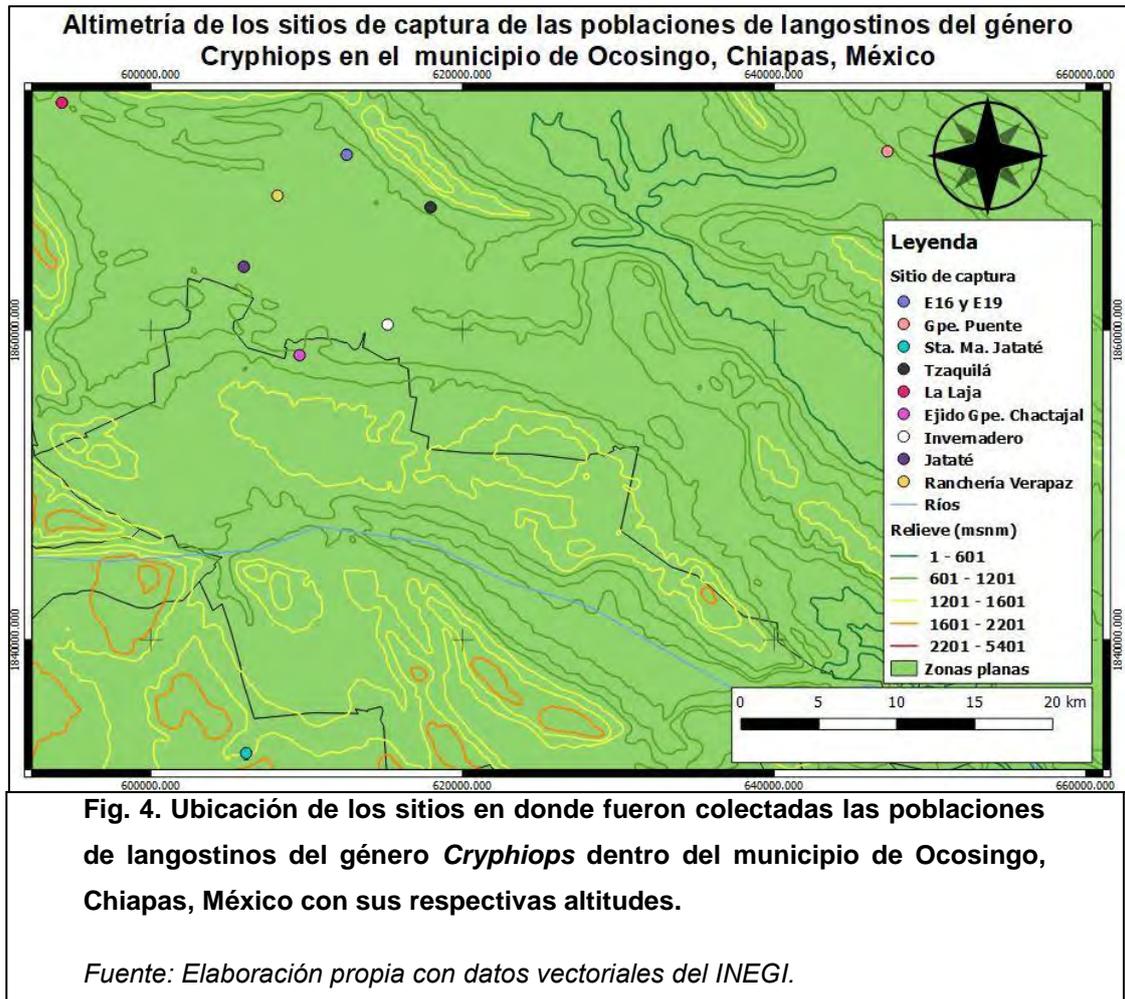
## RESULTADOS

### A. Poblaciones medidas

En la Tabla 1 se observa las poblaciones y las coordenadas geográficas donde fueron colectadas, el número de individuos medidos a los cuales se le realizó el análisis morfométrico y la altitud en la que fueron encontrados al capturarlos (Fig. 4 y Tabla 1).

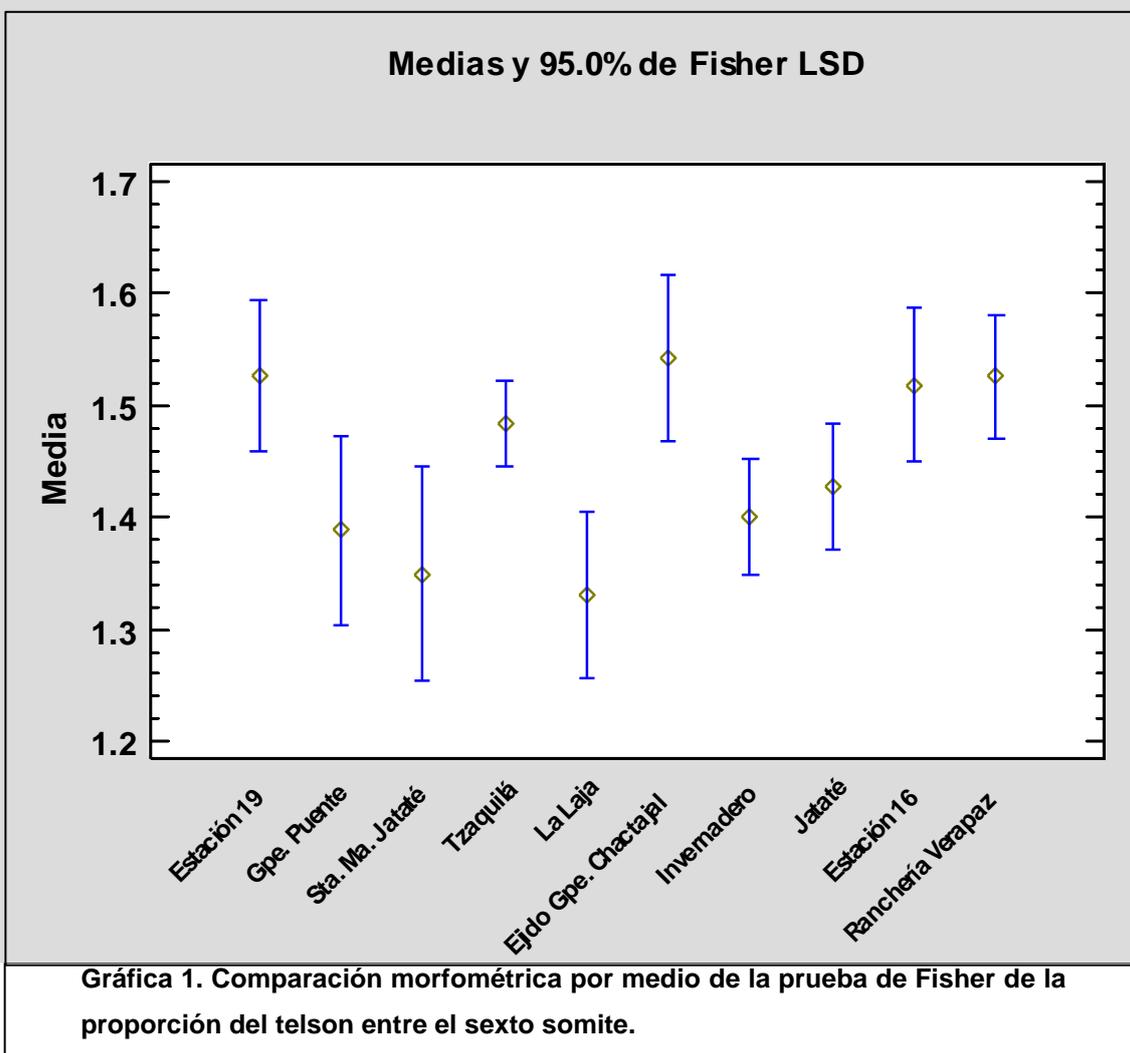
**Tabla 1. Poblaciones, número de individuos medidos, coordenadas geográficas y la altitud donde fueron colectados.**

Población	Individuos medidos	Coordenadas geográficas	Altitud (msnm)
Estación 19	20	16° 55' 22.3" N, 91° 56' 34.4" O	918.3624
Gpe. Puente	14	16° 55' 31.0" N, 91° 37' 00.7" O	802
Sta. Ma. Jataté	11	16° 34.419' N, 92° 00.323' O	1528
Tzaquilá	64	16° 53.516' N, 91° 53.548' O	1063.142
La Laja	18	16° 57' 14.8" N, 92° 06' 52.2" O	891
Ejido Gpe. Chactajal	17	16° 48.358' N, 91° 58.320' O	990
Invernadero	35	16° 49' 24.8" N, 91° 55' 07.8" O	802
Jataté	29	16° 51' 28.6" N, 92° 00' 19.2" O	794
Estación 16	19	16° 55.373' N, 91° 56.574" O	918.3624
Ranchería Verapaz	31	16° 53.956' N, 91° 59.086' O	845.2104



**B. Análisis morfométrico**

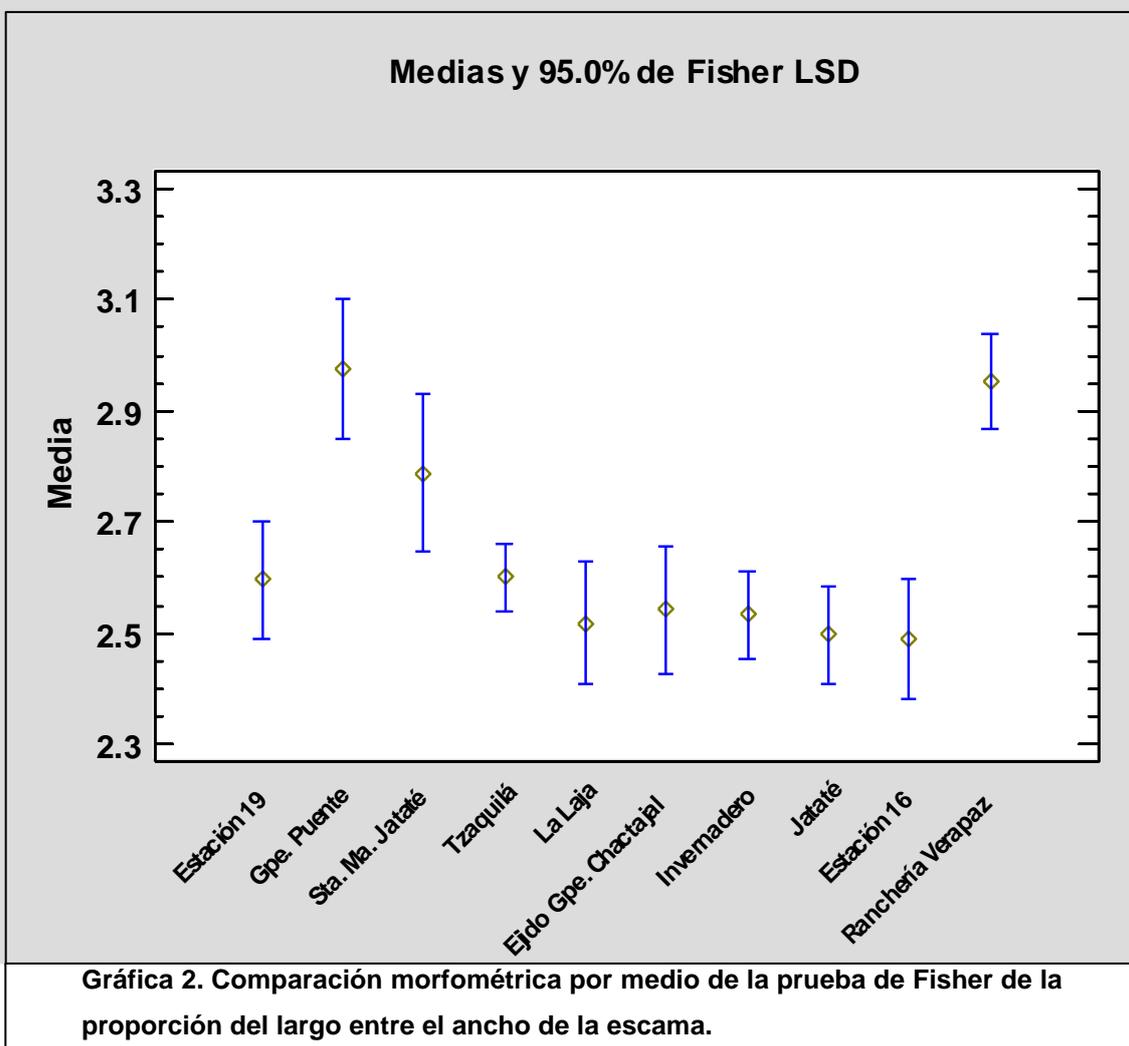
Se realizó el análisis morfométrico a las poblaciones por medio de la prueba de Fisher a la proporción telson/sexta somite; se observan 4 grupos homogéneos, el primero incluye a los arroyos La Laja, Sta. Ma. Jataté, Gpe. Puente, Invernadero, Jataté; el segundo a Sta. Ma. Jataté, Gpe. Puente, Invernadero, Jataté, Tzaquilá; el tercero a Gpe. Puente, Invernadero, Jataté, Tzaquilá, Estación 16 y el cuarto a Gpe. Puente, Jataté, Tzaquilá, Estación 16, Ranchería Verapaz, Estación 19, Ejido Gpe. Chactajal. Tomando en cuenta que el valor- $P < 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 2.52$ ), existe una diferencia estadísticamente significativa en algunas de las medias de las 10 variables con un nivel de confianza del 95% (Gráfica 1 v Tabla 2).



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

			<i>Error Est.</i>		
<b>Poblaciones</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>(s agrupada)</b>	<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>
Estación 19	20	1.52715	0.0485303	1.45955	1.59474
Gpe. Puente	13	1.3882	0.0601944	1.30436	1.47204
Sta. Ma. Jataté	10	1.34891	0.0686322	1.25332	1.4445
Tzaquilá	63	1.48284	0.0273437	1.44475	1.52092
La Laja	17	1.33061	0.0526385	1.25729	1.40392
Ejido. Gpe. Chactajal	17	1.54224	0.0526385	1.46892	1.61556
Invernadero	35	1.40056	0.0366855	1.34946	1.45165
Jataté	29	1.42649	0.0403022	1.37036	1.48262
Estación 16	19	1.51834	0.049791	1.44899	1.58769
Ranchería Verapaz	31	1.52538	0.0389805	1.47109	1.57968

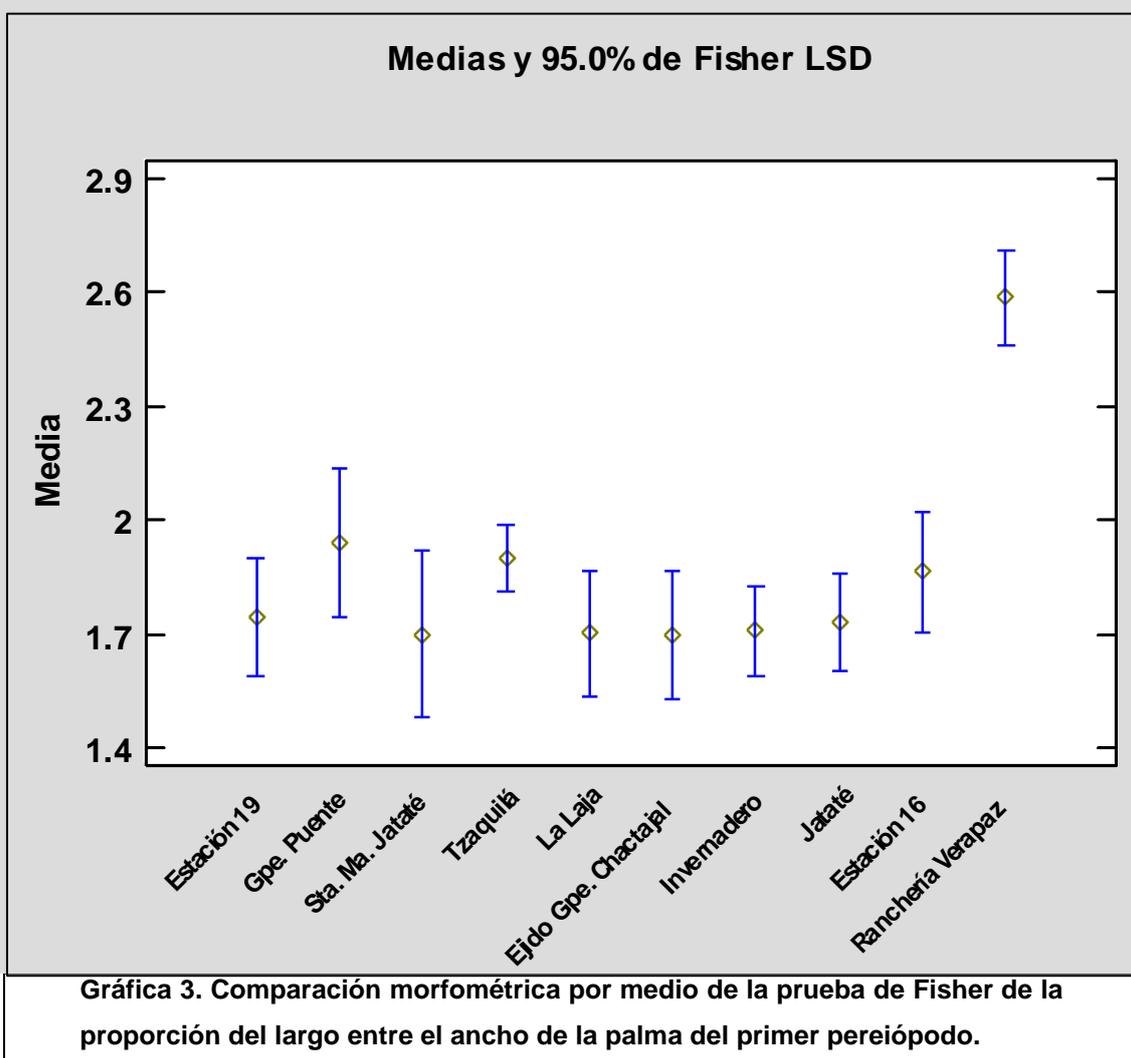
En la proporción del largo/el ancho de la escama, se observan 3 grupos homogéneos, el primero incluye a los arroyos Estación 16, Jataté, La Laja, Invernadero, Ejido Gpe. Chactajal, Estación 19, Tzaquilá; el segundo a Ejido Gpe. Chactajal, Estación 19, Tzaquilá, Sta. Ma. Jataté y el tercero a Sta. Ma. Jataté, Ranchería Veracruz, Gpe. Puente. Tomando en cuenta que el valor- $P < 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 6.66$ ), existe una diferencia estadísticamente significativa en algunas de las medias de las 10 variables con un nivel de confianza del 95% (Gráfica 2 y Tabla 3).



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

			<i>Error Est.</i>		
<i>Poblaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Estación 19	20	2.59593	0.0755703	2.49068	2.70118
Gpe. Puente	14	2.97594	0.0903238	2.85014	3.10173
Sta. Ma. Jataté	11	2.78697	0.101899	2.64505	2.92888
Tzaquilá	64	2.59992	0.0422451	2.54108	2.65875
La Laja	18	2.51818	0.0796581	2.40724	2.62912
Ejido. Gpe. Chactajal	17	2.54194	0.0819675	2.42779	2.6561
Invernadero	35	2.53289	0.0571258	2.45333	2.61244
Jataté	29	2.49642	0.0627577	2.40902	2.58382
Estación 16	19	2.49166	0.0775335	2.38368	2.59964
Ranchería Verapaz	31	2.95388	0.0606995	2.86935	3.03842

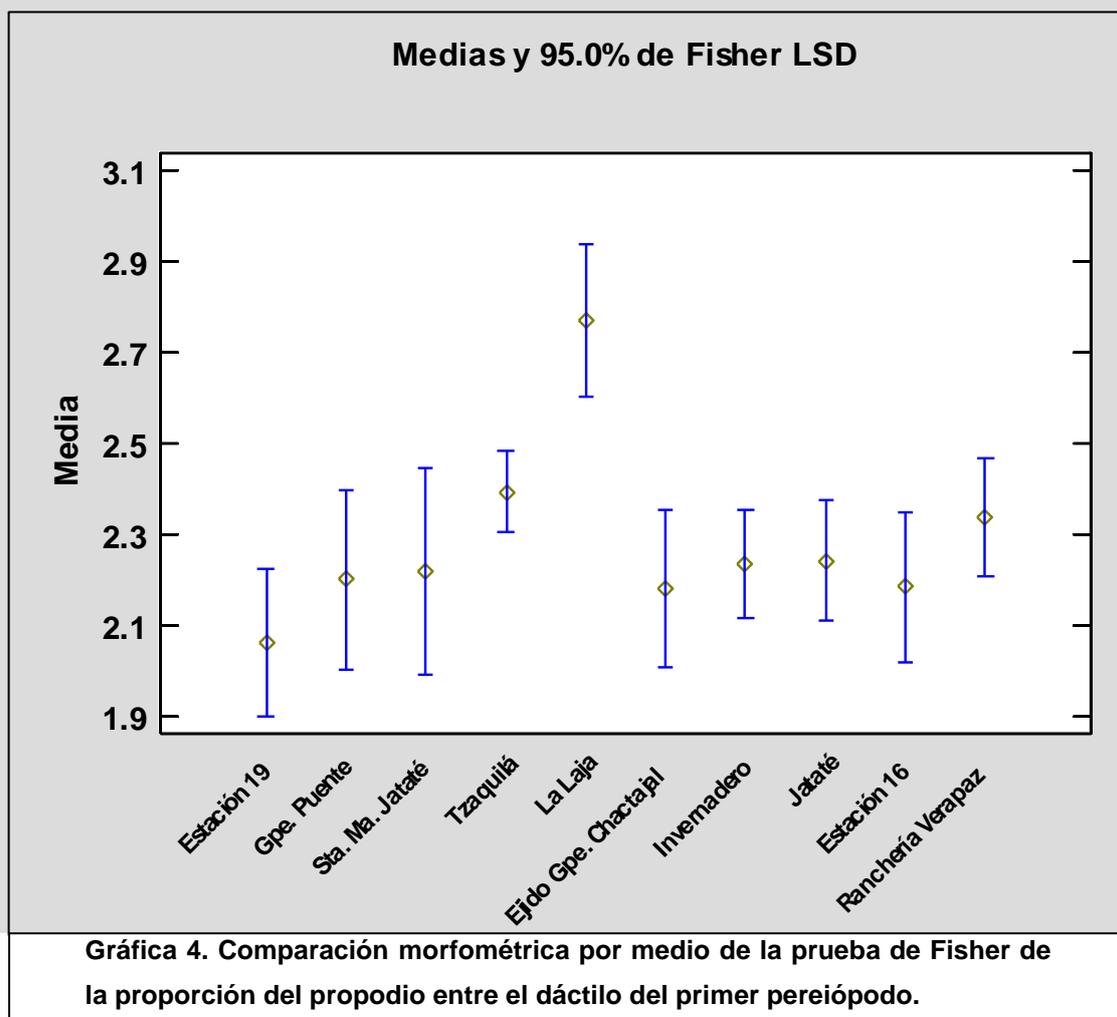
En la proporción del largo/el ancho de la palma del primer pereiópodo, se puede observar que existen 2 grupos homogéneos, el primero incluye a los arroyos Ejido Gpe. Chactajal, Sta. Ma. Jataté, La Laja, Invernadero, Jataté, Estación 19, Estación 16, Tzaquilá, Gpe. Puente, y el segundo grupo incluye al arroyo Ranchería Veracruz, siendo ésta la única población con una diferencia estadísticamente significativa del resto, debido a que el valor- $P < 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 8.46$ ), con un nivel de confianza del 95%, además, se puede apreciar que, gráficamente, Ranchería Veracruz, es la que se encuentra más alejada que el resto, debido a que su media  $> 2$  (véase en la Gráfica 3 y tabla 4).



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

			<i>Error Est.</i>		
<i>Poblaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Estación 19	20	1.74632	0.111626	1.59085	1.90179
Gpe. Puente	13	1.94052	0.138456	1.74768	2.13335
Sta. Ma. Jataté	10	1.699	0.157864	1.47913	1.91886
Tzaquilá	64	1.89842	0.0624011	1.81151	1.98533
La Laja	18	1.70245	0.117665	1.53857	1.86633
Ejido. Gpe. Chactajal	17	1.69775	0.121076	1.52912	1.86638
Invernadero	35	1.7101	0.0843816	1.59258	1.82762
Jataté	29	1.72909	0.0927007	1.59998	1.8582
Estación 16	19	1.86352	0.114526	1.70402	2.02303
Ranchería Verapaz	31	2.58579	0.0896605	2.46091	2.71066

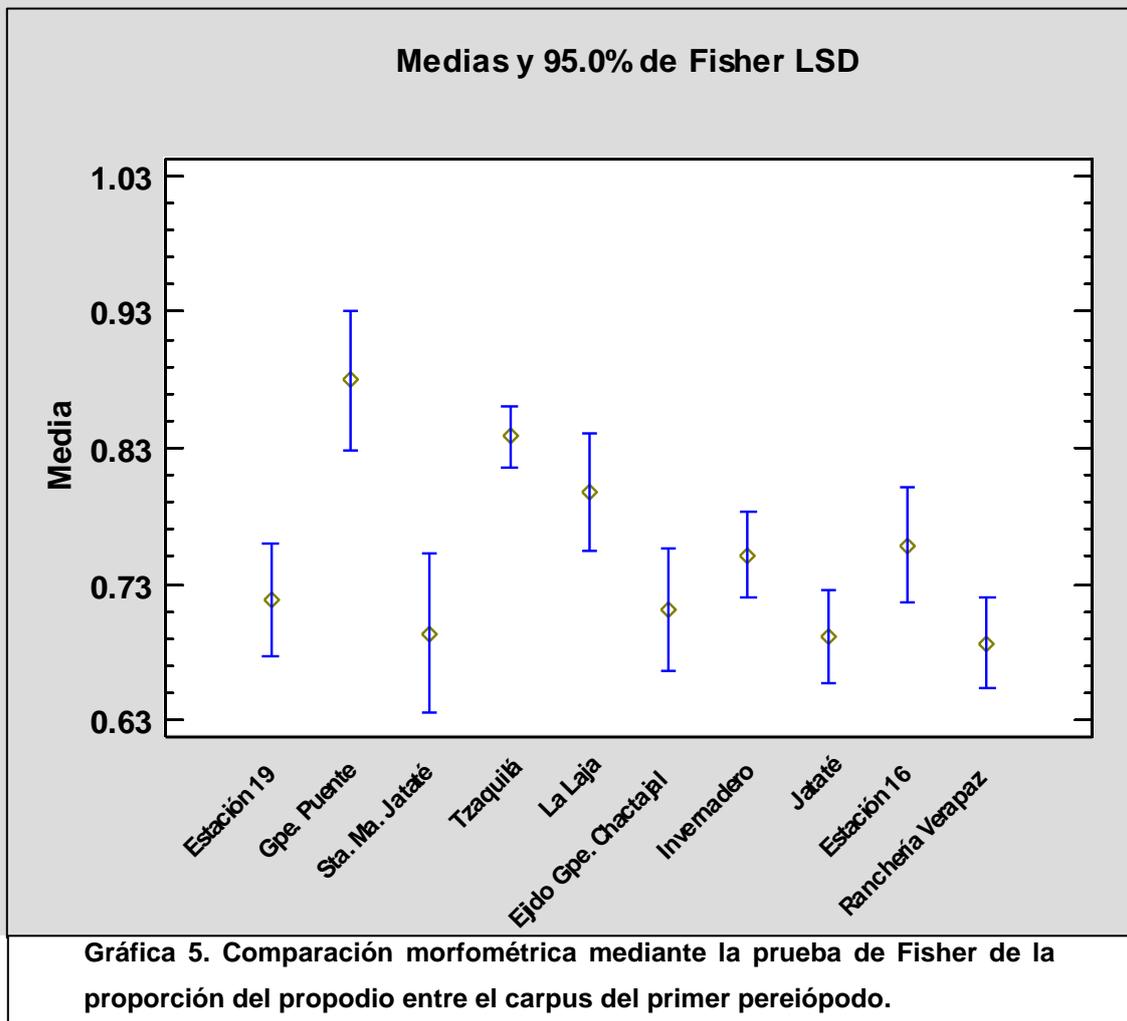
En la proporción del propodio/el dáctilo del primer pereiópodo, se puede apreciar que hay 3 grupos homogéneos, en el primero se encuentran los arroyos la Estación 19, Ejido Gpe. Chactajal, Estación 16, Gpe. Puente, Sta. Ma. Jataté, Invernadero, Jataté, Ranchería Veracruz; el segundo grupo incluye al Ejido Gpe. Chactajal, Estación 16, Gpe. Puente, Sta. Ma. Jataté, Invernadero, Jataté, Ranchería Veracruz, Tzaquilá y tercer grupo a La Laja, siendo ésta la única población con una diferencia estadísticamente significativa del resto, debido a que el valor- $P < 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 2.78$ ), con un nivel de confianza del 95%; además, se puede apreciar que, gráficamente, La Laja, es la que se encuentra más alejada del resto, debido a que su media es de 2.76904, en comparación a las medias de las otras variables (Gráfica 4 y Tabla 5).



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

			<i>Error Est.</i>		
<i>Poblaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Estación 19	20	2.06324	0.114974	1.90311	2.22337
Gpe. Puente	13	2.20059	0.142608	2.00197	2.39921
Sta. Ma. Jataté	10	2.22122	0.162598	1.99476	2.44768
Tzaquilá	64	2.39344	0.0642726	2.30392	2.48295
La Laja	18	2.76904	0.121194	2.60024	2.93783
Ejido. Gpe. Chactajal	17	2.1804	0.124707	2.00671	2.35408
Invernadero	35	2.23525	0.0869124	2.1142	2.35629
Jataté	29	2.24229	0.0954809	2.10931	2.37527
Estación 16	19	2.18535	0.117961	2.02106	2.34964
Ranchería Verapaz	31	2.3393	0.0923496	2.21067	2.46792

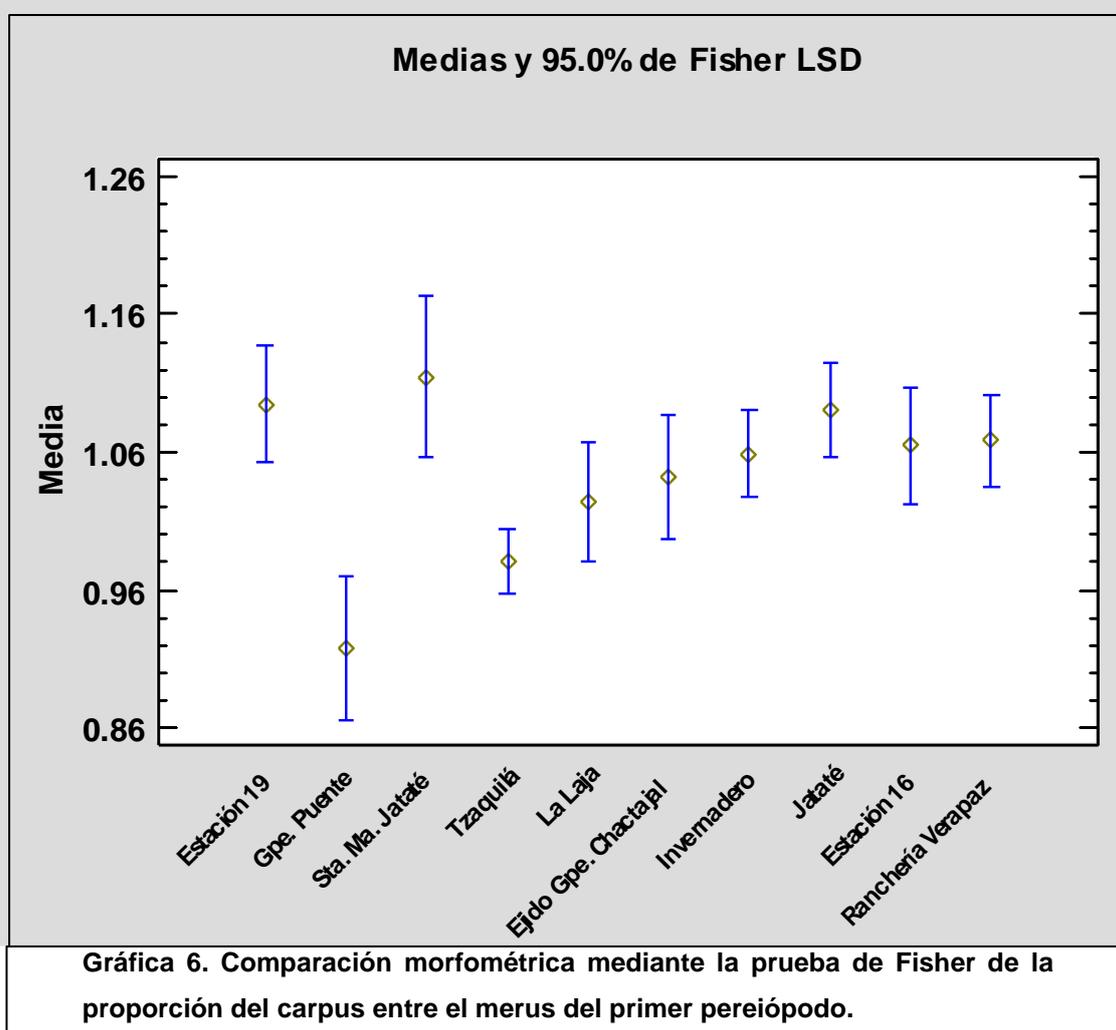
En la proporción del propodio/el carpus del primer pereiópodo, se identificaron 4 grupos homogéneos, el primero incluye a los arroyos Ranchería Verapaz, Jataté, Sta. Ma. Jataté, Ejido Gpe. Chactajal, Estación 19, Estación 16; el segundo al Jataté, Sta. Ma. Jataté Ejido Gpe. Chactajal, Estación 19, Invernadero, Estación 16; el tercero al Ejido Gpe. Chactajal, Estación 19, Invernadero, Estación 16, La Laja y el cuarto a La Laja, Tzaquilá, Gpe. Puente, ya que, el valor- $P < 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 6.51$ ), existe una diferencia estadísticamente significativa en algunas de las medias de las 10 variables con un nivel de confianza del 95%, siendo el cuarto grupo el que destaca con más diferencia que el resto de las variables por poseer las medias más con mayor número (Gráfica 5 y Tabla 6).



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

			<i>Error Est.</i>		
<i>Poblaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Estación 19	20	0.719032	0.029633	0.67776	0.760303
Gpe. Puente	13	0.880274	0.0367553	0.829083	0.931465
Sta. Ma. Jataté	10	0.693803	0.0419075	0.635436	0.75217
Tzaquilá	64	0.838331	0.0165654	0.815259	0.861402
La Laja	18	0.797322	0.031236	0.753818	0.840827
Ejido. Gpe. Chactajal	17	0.711321	0.0321415	0.666555	0.756086
Invernadero	35	0.751463	0.0224005	0.720264	0.782661
Jataté	29	0.691692	0.0246089	0.657417	0.725966
Estación 16	19	0.758479	0.0304029	0.716135	0.800823
Ranchería Verapaz	31	0.686304	0.0238018	0.653154	0.719454

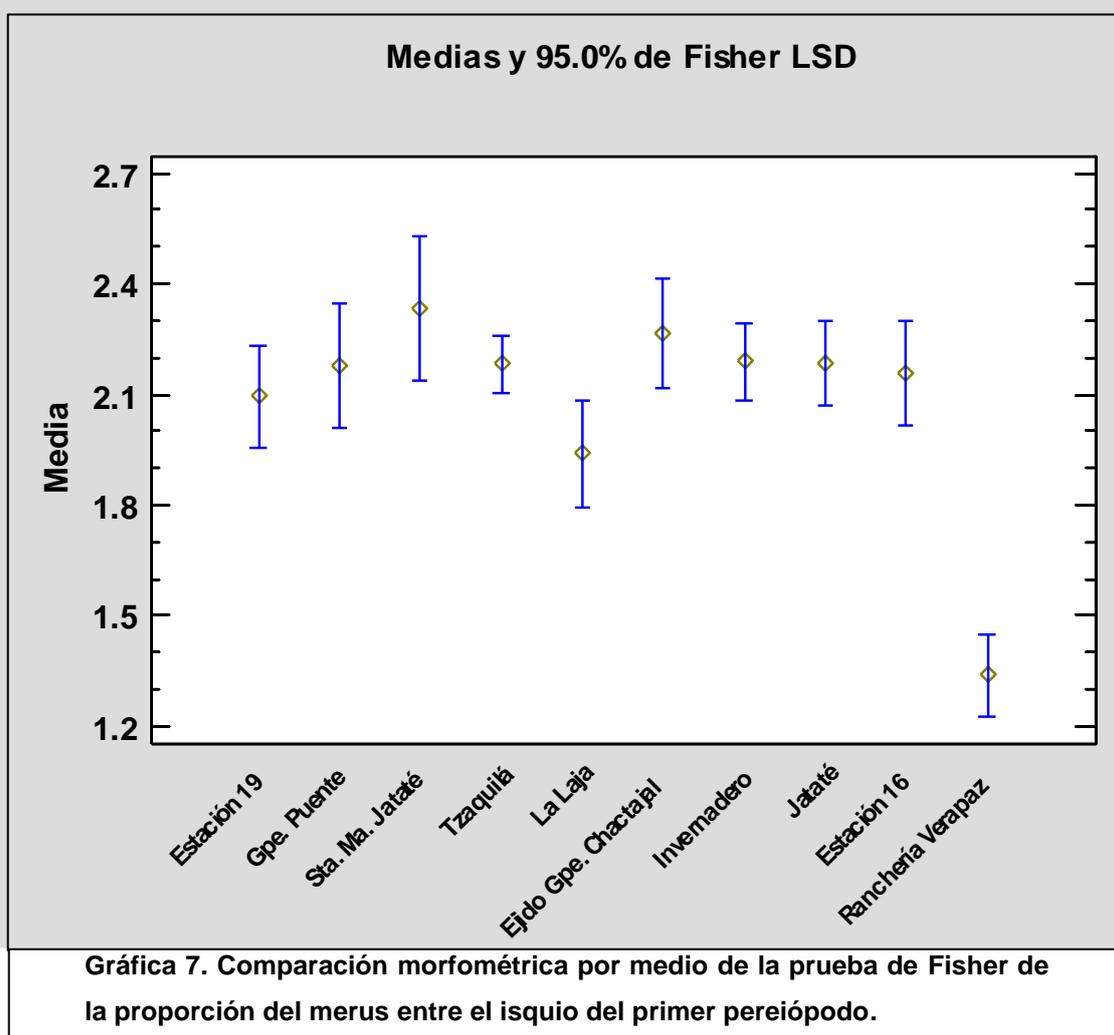
En la proporción del carpus/el merus del primer pereiópodo, se puede apreciar la identificación de 3 grupos homogéneos, el primero se conforma por los arroyos Gpe. Puente, Tzaquilá; el segundo por Tzaquilá, La Laja, Ejido Gpe. Chactajal y el tercero por La Laja, Ejido Gpe. Chactajal, Invernadero, Estación 16, Ranchería Verapaz, Jataté, Estación 19, Sta. Ma. Jataté; tomando en cuenta que el valor- $P < 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 4.15$ ), existe una diferencia estadísticamente significativa en algunas de las medias de las 10 variables con un nivel de confianza del 95%, destacando el primer grupo en esta diferencia, puesto que poseen las medias con menor valor al resto de las variables (Gráfica 6 y Tabla 7).



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

			<i>Error Est.</i>		
<i>Poblaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Estación 19	20	1.09506	0.0298405	1.0535	1.13662
Gpe. Puente	13	0.917777	0.0370126	0.866228	0.969327
Sta. Ma. Jataté	10	1.11453	0.0422008	1.05575	1.1733
Tzaquilá	64	0.980358	0.0166813	0.957125	1.00359
La Laja	18	1.02411	0.0314546	0.980302	1.06792
Ejido. Gpe. Chactajal	17	1.04162	0.0323665	0.99654	1.0867
Invernadero	35	1.05909	0.0225573	1.02767	1.09051
Jataté	29	1.09026	0.0247812	1.05574	1.12477
Estación 16	19	1.06496	0.0306157	1.02232	1.1076
Ranchería Verapaz	31	1.06866	0.0239684	1.03528	1.10205

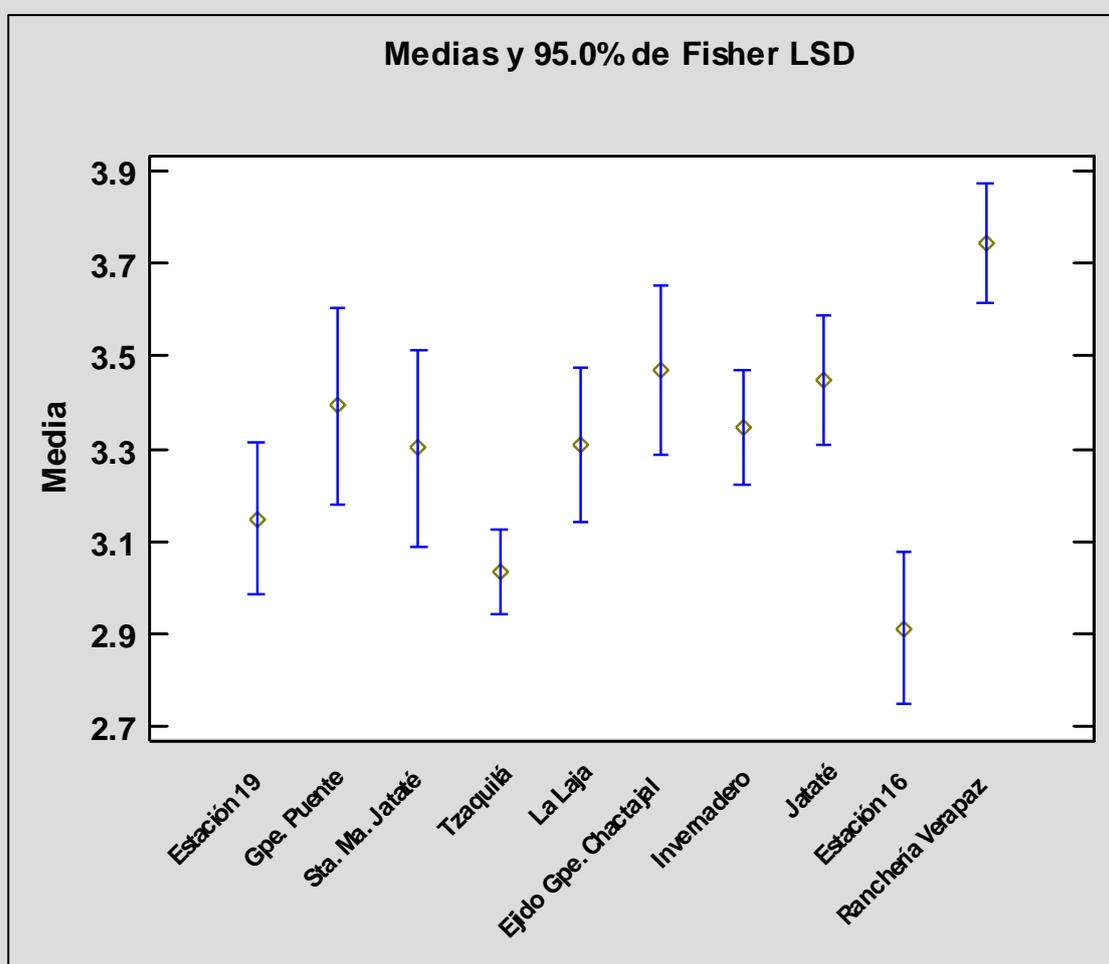
Mediante la gráfica de la proporción del merus/el isquio del primer pereiópodo, se observa que hay 3 grupos homogéneos, el primero conformado por el arroyo Ranchería Verapaz; el segundo por La Laja, Estación 19, Estación 16, Gpe. Puente, Jataté, Ejido Gpe. Chactajal y el tercero conformado por la Estación 19, Estación 16, Gpe. Puente, Jataté, Tzaquilá, Invernadero, Ejido Gpe. Chactajal, Sta. Ma. Jataté; puesto que, el valor- $P < 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 11.49$ ), existe una diferencia estadísticamente significativa en algunas de las medias de las 10 variables con un nivel de confianza del 95%, sin embargo, el arroyo Ranchería Verapaz es la población que más destaca en cuanto a diferencia significativa, pues su media es casi la mitad, teniendo la menor a las demás (Gráfica 7 y Tabla 8).



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

			<i>Error Est.</i>		
<i>Poblaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Estación 19	20	2.09375	0.0989189	1.95598	2.23152
Gpe. Puente	13	2.17772	0.122694	2.00683	2.3486
Sta. Ma. Jataté	10	2.33389	0.139892	2.13905	2.52872
Tzaquilá	64	2.18283	0.0552973	2.10581	2.25984
La Laja	18	1.93935	0.10427	1.79413	2.08458
Ejido. Gpe. Chactajal	17	2.26761	0.107293	2.11817	2.41704
Invernadero	35	2.18911	0.0747757	2.08496	2.29325
Jataté	29	2.18253	0.0821477	2.06811	2.29694
Estación 16	19	2.15635	0.101489	2.015	2.2977
Ranchería Verapaz	31	1.33836	0.0794536	1.2277	1.44902

Se realizó el análisis morfométrico a las poblaciones por medio de la prueba de Fisher a la proporción del largo/el ancho de la palma del segundo pereiópodo, se observa la existencia de 4 grupos homogéneos, el primero incluye a los arroyos Estación 16, Tzaquilá, Estación 19; el segundo al Tzaquilá, Estación 19, Sta. Ma. Jataté; el tercero a la Estación 19, Sta. Ma. Jataté, La Laja, Invernadero, Gpe. Puente, Jataté, Ejido Gpe. Chactajal y el cuarto grupo incluye al Ejido Gpe. Chactajal, Ranchería Veracruz. Tomando en cuenta que el valor- $P < 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 6.37$ ), existe una diferencia estadísticamente significativa en algunas de las medias de las 10 variables con un nivel de confianza del 95% (Gráfica 8 y Tabla 9).

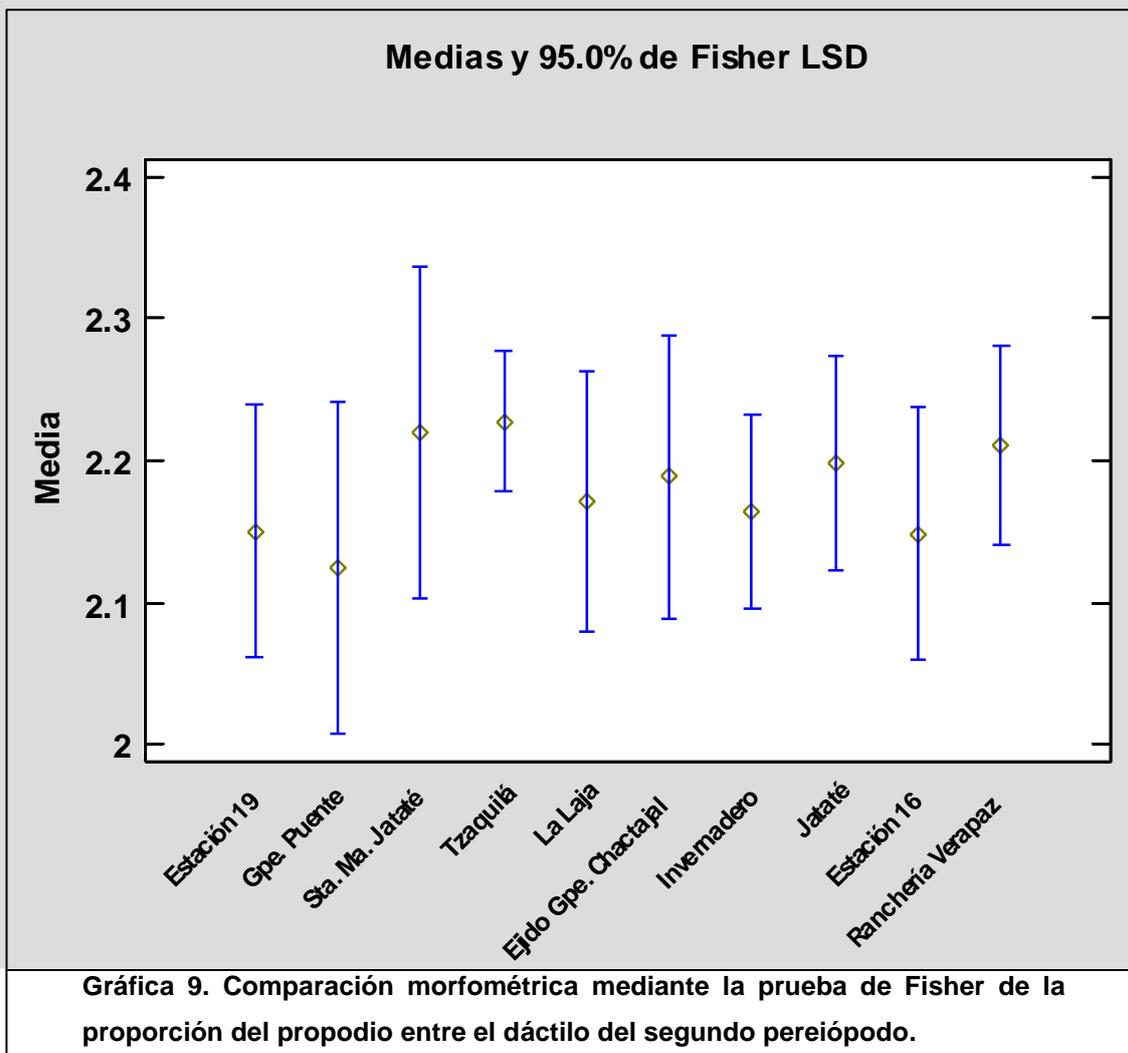


Gráfica 8. Comparación morfométrica mediante la prueba de Fisher de la proporción del largo entre el ancho de la palma del segundo pereiópodo.

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

			<i>Error Est.</i>		
<b>Poblaciones</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>(s agrupada)</b>	<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>
Estación 19	19	3.14834	0.116875	2.98551	3.31116
Gpe. Puente	11	3.39204	0.153604	3.17804	3.60604
Sta. Ma. Jataté	11	3.30141	0.153604	3.08741	3.51541
Tzaquilá	60	3.03292	0.0657691	2.9413	3.12455
La Laja	18	3.30927	0.120077	3.14199	3.47656
Ejido. Gpe. Chactajal	15	3.47015	0.131538	3.28689	3.65341
Invernadero	32	3.34596	0.0900581	3.22049	3.47142
Jataté	26	3.44751	0.0999104	3.30831	3.5867
Estación 16	19	2.91059	0.116875	2.74776	3.07342
Ranchería Verapaz	31	3.74566	0.0914991	3.61818	3.87313

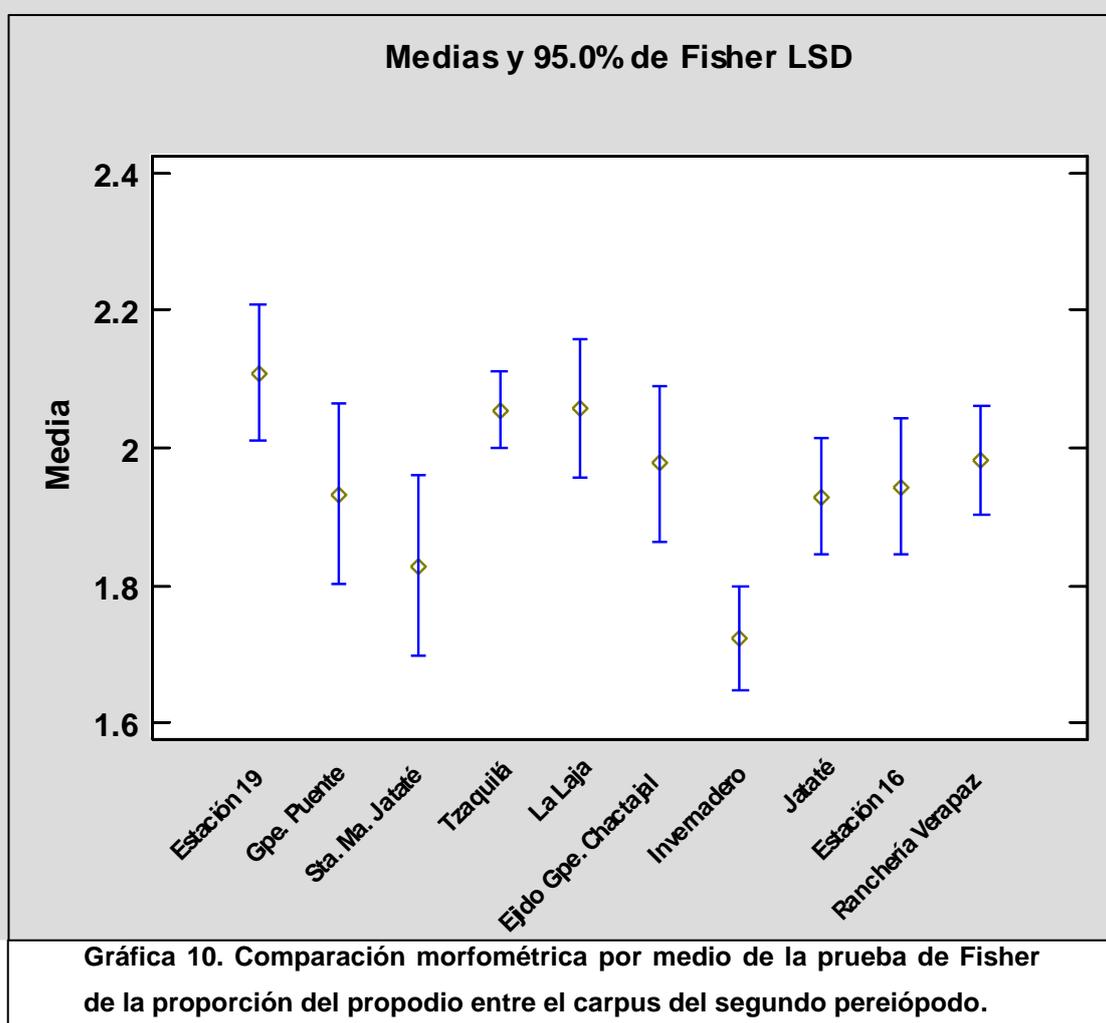
Claramente se aprecia en el análisis de la proporción del propodio/el dácilo del segundo pereiópodo que, solamente existe un grupo homogéneo que incluye a las 10 poblaciones comparadas y, puesto que, el valor- $P > 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 0.36$ ), no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 10 variables con un nivel de confianza del 95% (Gráfica 9 y Tabla 10).



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

			<i>Error Est.</i>		
<b>Poblaciones</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>(s agrupada)</b>	<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>
Estación 19	19	2.14969	0.063892	2.06068	2.23871
Gpe. Puente	11	2.12425	0.0839705	2.00726	2.24123
Sta. Ma. Jataté	11	2.21969	0.0839705	2.1027	2.33667
Tzaquilá	60	2.22774	0.035954	2.17765	2.27783
La Laja	18	2.17117	0.0656428	2.07972	2.26262
Ejido. Gpe. Chactajal	15	2.18852	0.0719081	2.08834	2.2887
Invernadero	32	2.16359	0.0492321	2.095	2.23217
Jataté	26	2.19787	0.0546181	2.12178	2.27396
Estación 16	19	2.14825	0.063892	2.05923	2.23726
Ranchería Verapaz	31	2.21056	0.0500199	2.14087	2.28024

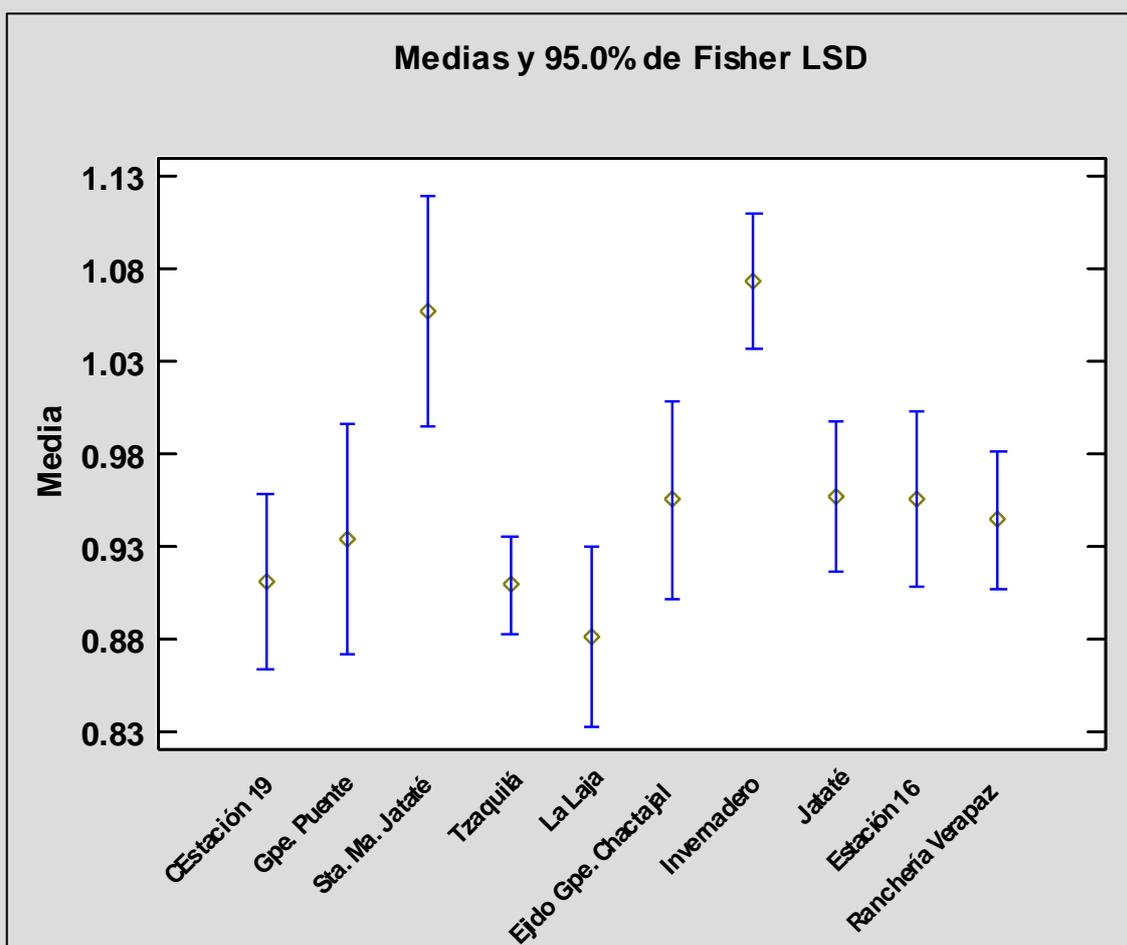
En la comparación de la proporción del propodio/el carpus del segundo pereiópodo, se identificaron 3 grupos homogéneos, el primero engloba a los arroyos el Invernadero, Sta. Ma. Jataté, Gpe. Puente; el segundo al Sta. Ma. Jataté, Jataté, Gpe. Puente, Estación 16, Ejido Gpe. Chactajal, Ranchería Verapaz, La Laja y el tercero al Jataté, Gpe. Puente, Estación 16, Ejido Gpe. Chactajal, Ranchería Verapaz, Tzaquilá, La Laja, Estación 19. Tomando en cuenta que el valor- $P < 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 3.63$ ), existe una diferencia estadísticamente significativa en algunas de las medias de las 10 variables con un nivel de confianza del 95% (Gráfica 10 y Tabla 11).



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

			<i>Error Est.</i>		
<i>Poblaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Estación 19	19	2.1096	0.0716032	2.00984	2.20935
Gpe. Puente	11	1.93242	0.094105	1.80131	2.06352
Sta. Ma. Jataté	11	1.82775	0.094105	1.69665	1.95886
Tzaquilá	60	2.05529	0.0402934	1.99916	2.11143
La Laja	18	2.05756	0.0735653	1.95507	2.16005
Ejido. Gpe. Chactajal	15	1.97699	0.0805867	1.86472	2.08926
Invernadero	32	1.72298	0.055174	1.64611	1.79985
Jataté	26	1.92939	0.06121	1.84411	2.01467
Estación 16	19	1.94412	0.0716032	1.84437	2.04388
Ranchería Verapaz	31	1.98136	0.0560568	1.90326	2.05946

En la comparación de análisis de la proporción del carpus/el merus del segundo pereiópodo son 3 los grupos homogéneos que se identifican, el primero incluye a los arroyos La Laja, Tzaquilá, Estación 19, Gpe. Puente, Ranchería Verapaz, Ejido Gpe. Chactajal, Estación 16, Jataté; el segundo al Gpe. Puente, Ejido Gpe. Chactajal, Estación 16, Jataté, Sta. Ma. Jataté y el tercero al Sta. Ma. Jataté, Invernadero. Debido a que el valor- $P < 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 4.19$ ), existe una diferencia estadísticamente significativa en algunas de las medias de las 10 variables con un nivel de confianza del 95% (Gráfica 11 y Tabla 12).

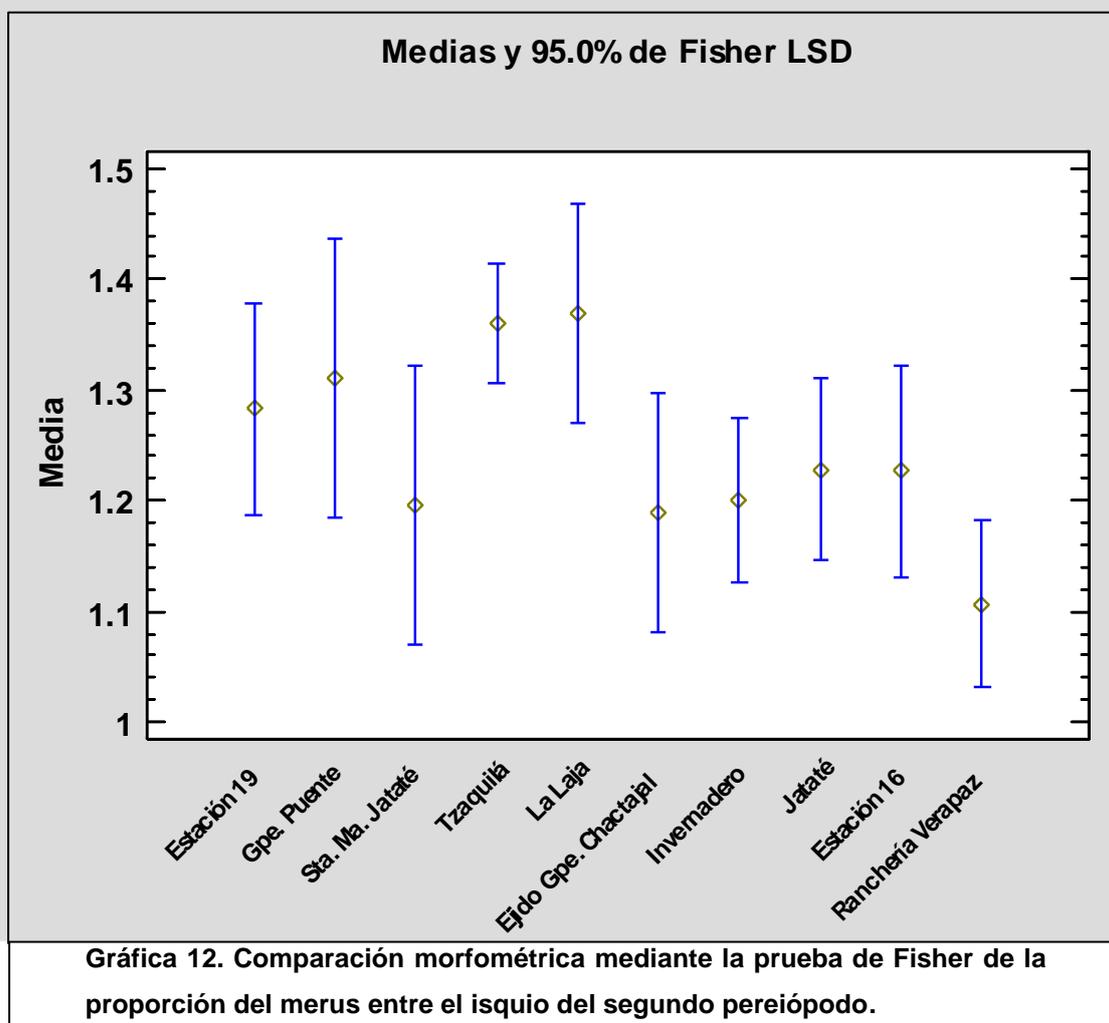


Gráfica 11. Comparación morfométrica mediante la prueba de Fisher de la proporción del carpus entre el merus del segundo pereiópodo.

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

			<b>Error Est.</b>		
<b>Poblaciones</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>(s agrupada)</b>	<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>
Estación 19	19	0.911023	0.033918	0.863768	0.958278
Gpe. Puente	11	0.933615	0.044577	0.87151	0.99572
Sta. Ma. Jataté	11	1.05671	0.044577	0.994602	1.11881
Tzaquilá	59	0.909228	0.0192478	0.882412	0.936045
La Laja	18	0.881308	0.0348475	0.832758	0.929858
Ejido. Gpe. Chactajal	15	0.95553	0.0381735	0.902346	1.00871
Invernadero	32	1.07288	0.0261356	1.03647	1.1093
Jataté	26	0.957495	0.0289948	0.917099	0.997891
Estación 16	19	0.956361	0.033918	0.909106	1.00362
Ranchería Verapaz	31	0.944365	0.0265538	0.90737	0.98136

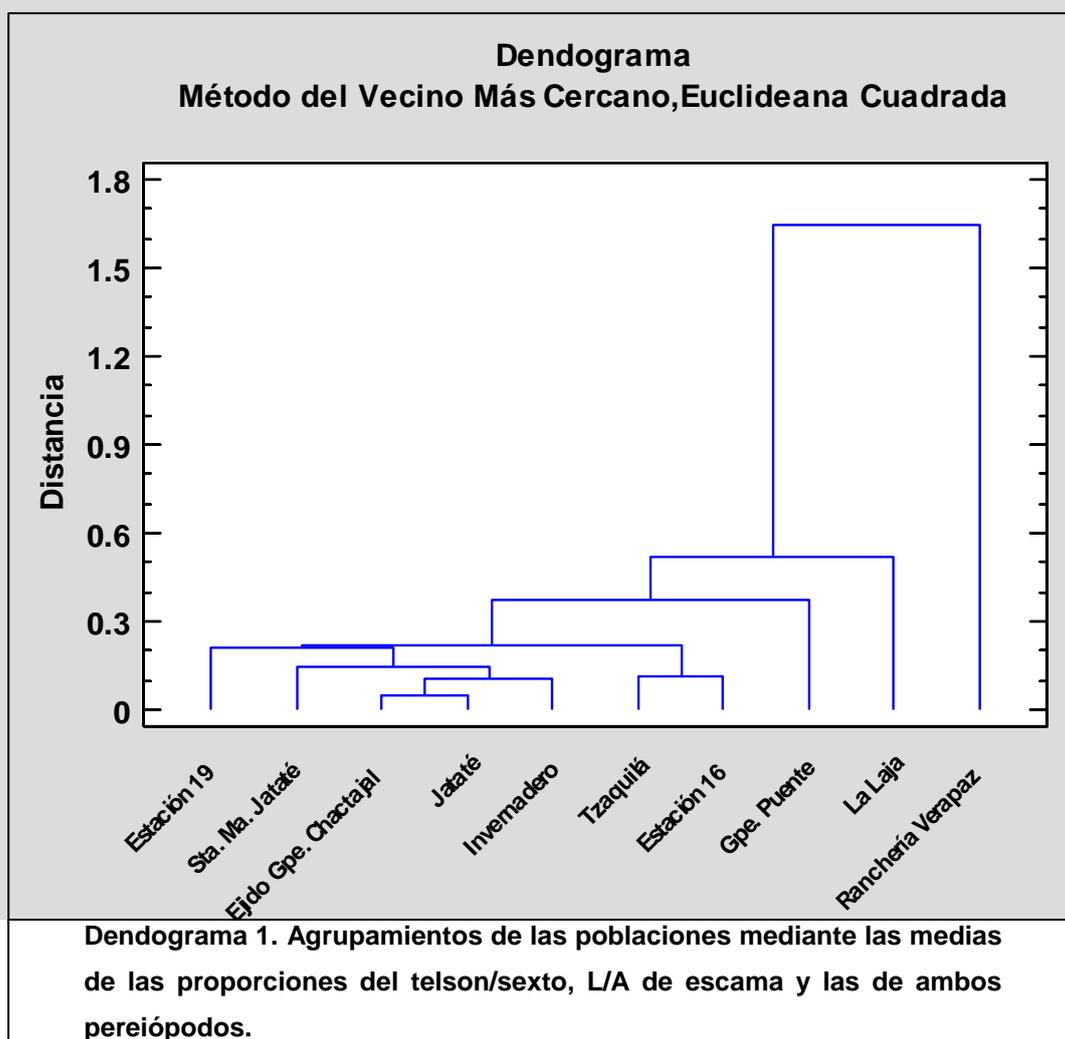
En el análisis de la proporción del merus/el isquio del segundo pereiópodo, se pueden apreciar 3 grupos homogéneos, tales que el valor- $P < 0.05$  de la prueba de Fisher ( $F = 2.27$ ), existe una diferencia estadísticamente significativa en algunas de las medias de las 10 variables con un nivel de confianza del 95%, en las que los arroyos Ranchería Verapaz, Ejido Gpe. Chactajal, Sta. Ma. Jataté, Invernadero, Estación 16, Jataté, Gpe. Puente pertenecen al primer grupo homogéneo, al segundo grupo pertenecen el Ejido Gpe. Jataté, Sta. Ma. Jataté, Invernadero, Estación 16, Jataté, Estación 19, Gpe. Puente, La Laja y en el tercer grupo al Ejido Gpe. Chactajal, Sta. Ma. Jataté, Estación 16, Jataté, Estación 19, Gpe. Puente, Tzaquilá, La Laja (Gráfica 12 y Tabla 13).



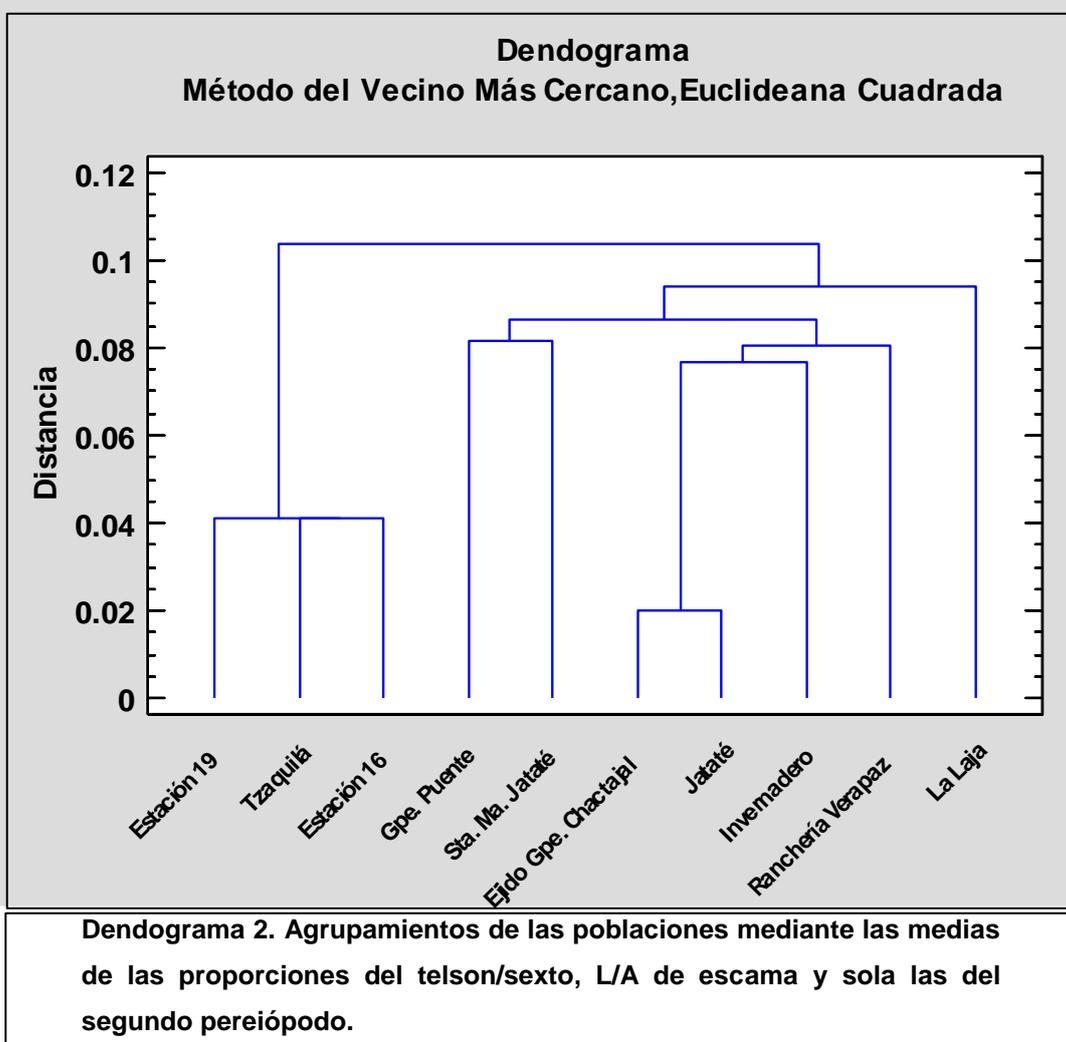
**Tabla 13. Valores de medias y errores estándar para cada una de las poblaciones en la proporción del merus/isquio del segundo pereiópodo.**

			<i>Error Est.</i>		
<i>Poblaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Estación 19	19	1.28301	0.0689726	1.18692	1.37911
Gpe. Puente	11	1.31125	0.0906477	1.18496	1.43754
Sta. Ma. Jataté	11	1.19675	0.0906477	1.07046	1.32304
Tzaquilá	59	1.35971	0.0391406	1.30518	1.41424
La Laja	18	1.36962	0.0708626	1.27089	1.46834
Ejido. Gpe. Chactajal	15	1.18981	0.077626	1.08166	1.29796
Invernadero	32	1.20091	0.0531469	1.12687	1.27496
Jataté	26	1.22833	0.0589612	1.14619	1.31048
Estación 16	19	1.22679	0.0689726	1.1307	1.32288
Ranchería Verapaz	31	1.10622	0.0539973	1.03099	1.18145

Con el análisis morfométrico de la prueba de Fisher, se realizó un dendograma usando todas las proporciones, en el que se observa que los arroyos Estación 19, Sta. Ma. Jataté, Ejido Gpe. Chactajal, Jataté e Invernadero son similares, destacando al Ejido Gpe. Chactajal y al Jataté que, por su cercanía, son las más similares al resto. Aunque, el Tzaquilá y la Estación 16, pertenecen a otro agrupamiento, son similares entre ellas. Se aprecia que, tanto Gpe. Puente, La Laja y Ranchería Verapaz, pertenece cada una de ellas a un grupo distinto, sin embargo, Ranchería Verapaz destaca entre las 10 variables, ya que, se observa una lejanía muy marcada que la hace completamente diferente e independiente del resto (Dendograma 1).



Con el análisis morfométrico de la prueba de Fisher, se realizó un segundo dendograma usando solamente las proporciones del segundo pereiópodo, el telson/el sexto somite y el largo/el ancho de la escama; se observan 6 agrupamientos, en los que los arroyos Estación 19, Tzaquilá y Estación 16, son las más similares debido a la cercanía que tienen; los arroyos Gpe. Puente y Sta. Ma. Jataté, tienen diferencias con el agrupamiento anterior, sin embargo, entre ellas son parecidas, el siguiente grupo son el Ejido Gpe, Chactajal y Jataté, siendo parecidas entre ellas, pero diferentes a las poblaciones anteriores. El Invernadero, Ranchería Verapaz y La Laja, pertenece cada una de ellas a un agrupamiento distinto, siendo las más alejadas del resto, sin embargo, destaca como diferente el arroyo La Laja, en vista de que es la más distante entre las variables y es independiente a las demás (Dendograma 2).



### C. Análisis ornamental

#### C.1. Fotografías de los gonópodos con el microscopio electrónico

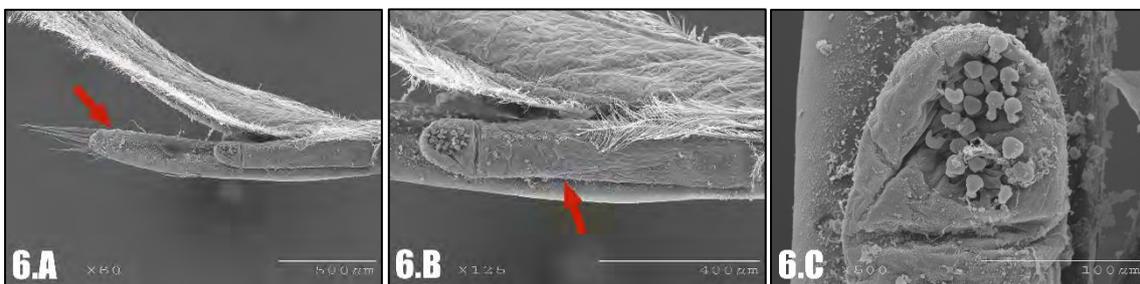
Con las Fig. 5-14 que fueron obtenidas con un microscopio electrónico, se obtuvo el análisis de comparación de las proporciones del apéndice masculina entre el apéndice interna, el número de espinas y el número de cincinnulis que se encuentran en la Tabla 14.

Fotografías del gonópodo de un individuo macho de la población colectada en la Estación 19, en el que el apéndice masculina con el apéndice interna tienen una proporción de 1.9594 con 23 espinas, mientras que el apéndice interna posee 80 cincinnulis (Fig. 5).



**Fig. 5. Fotografías de gonópodo de un individuo de la población Estación 19; 5.A. El apéndice masculina y las espinas; 5.B. El apéndice interna y 5.C. Los cincinnulis.**

Fotografías del gonópodo de un individuo macho de la población colectada en el arroyo Gpe. Puente, en el que el apéndice masculina con el apéndice interna tienen una proporción de 1.8 con 10 espinas, mientras que el apéndice interna posee 20 cincinnulis (Fig. 6).



**Fig. 6. Fotografías de gonópodo de un individuo de la población Gpe. Puente; 6.A. El apéndice masculina y las espinas; 6.B. El apéndice interna y 6.C. Los cincinnulis.**

Fotografías del gonópodo de un individuo macho de la población colectada en la Sta. Ma. Jataté, en el que el apéndice masculina con el apéndice interna tienen una proporción de 2.0724 con 15 espinas, mientras que el apéndice interna posee 29 cincinnulis (Fig. 7).



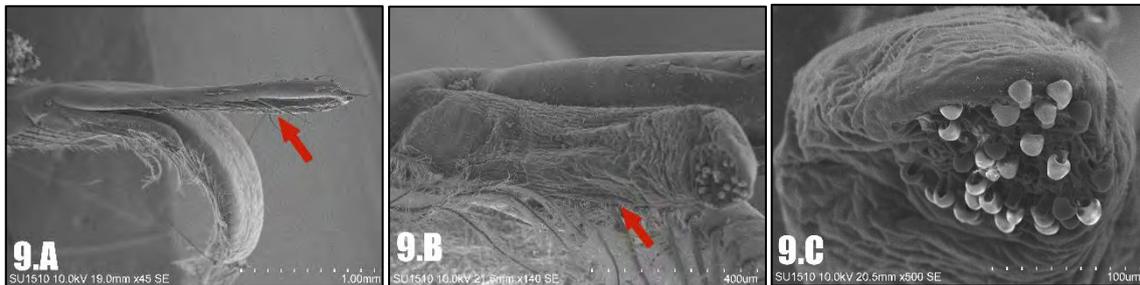
**Fig. 7. Fotografías de gonópodo de un individuo de la población Sta. Ma. Jataté; 7.A. El apéndice masculina y las espinas; 7.B. El apéndice interna y 7.C. Los cincinnulis.**

Fotografías del gonópodo de un individuo macho de la población colectada en el arroyo Tzaquilá, en el que el apéndice masculina con el apéndice interna tienen una proporción de 2.3278 con 17 espinas, mientras que el apéndice interna posee 30 cincinnulis (Fig. 8).



**Fig. 8. Fotografías de gonópodo de un individuo de la población Tzaquilá; 8.A. El apéndice masculina y las espinas; 8.B. El apéndice interna y 8.C. Los cincinnulis.**

Fotografías del gonópodo de un individuo macho de la población colectada en La Laja, en el que el apéndice masculina con el apéndice interna tienen una proporción de 2.2777 con 23 espinas; mientras que el apéndice interna posee 33 cincinnulis (Fig. 9).



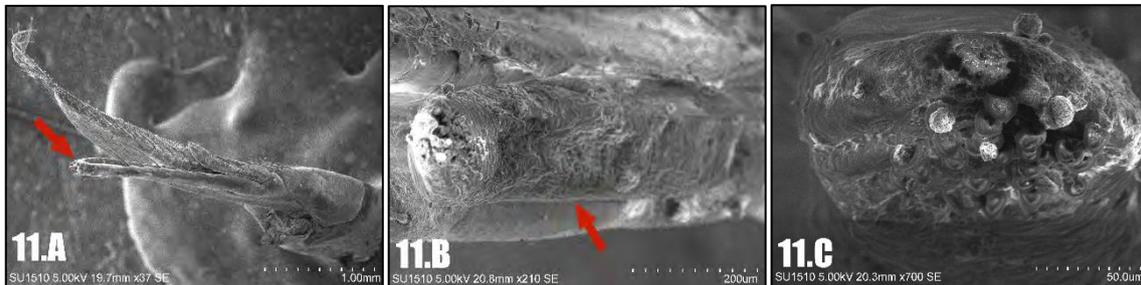
**Fig. 9. Fotografías de gonópodo de un individuo de la población La Laja; 9.A. El apéndice masculina y las espinas; 9.B. El apéndice interna y 9.C. Los cincinnulis.**

Fotografías del gonópodo de un individuo macho de la población colectada en el arroyo Ejido Gpe. Chactajal, en el que el apéndice masculina con el apéndice interna tienen una proporción de 2.1830 con 14 espinas, mientras que el apéndice interna posee 20 cincinnulis (Fig. 10).



**Fig. 10. Fotografías de gonópodo de un individuo de la población del Ejido Gpe. Chactajal; 10.A. El apéndice masculina y las espinas; 10.B. El apéndice interna y 10.C. Los cincinnulis.**

Fotografías del gonópodo de un individuo macho de la población colectada en el Invernadero, en el que el apéndice masculina con el apéndice interna tienen una proporción de 2.4776 con 17 espinas; mientras que el apéndice interna posee 28 cincinnulis (Fig. 11).



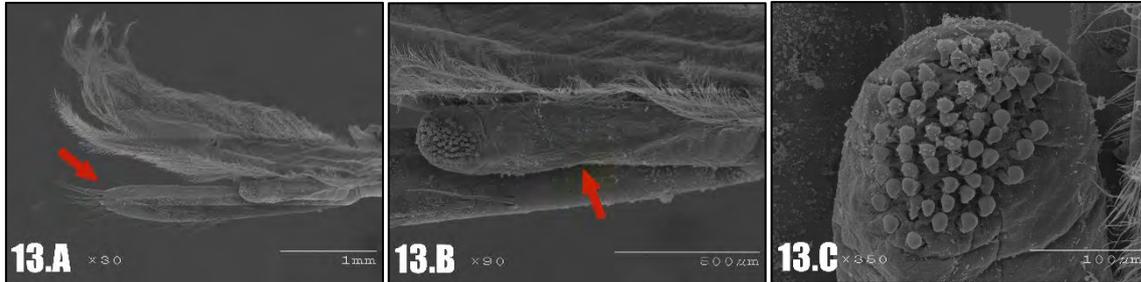
**Fig. 11. Fotografías de gonópodo de un individuo de la población el Invernadero; 11.A. El apéndice masculina y las espinas; 11.B. El apéndice interna y 11.C. Los cincinnulis.**

Fotografías del gonópodo de un individuo macho de la población colectada en el arroyo Jataté, en el que el apéndice masculina con el apéndice interna tienen una proporción de 2.9830 con 18 espinas, mientras que el apéndice interna posee 41 cincinnulis (Fig. 12).



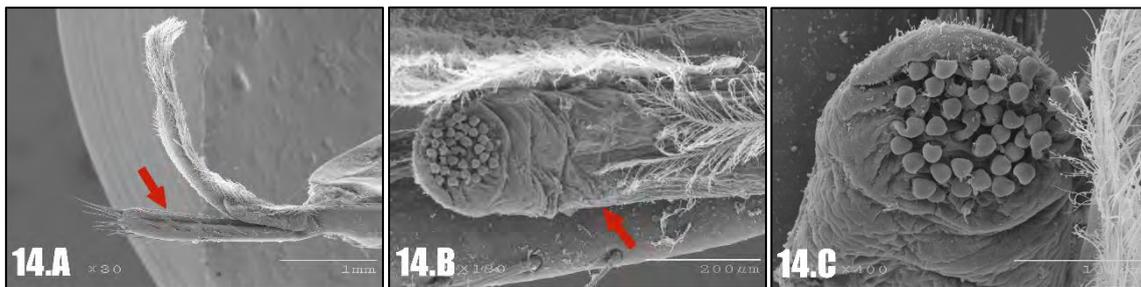
**Fig. 12. Fotografías de gonópodo de un individuo de la población del arroyo Jataté; 12.A. El apéndice masculina y las espinas; 12.B. El apéndice interna y 12.C. Los cincinnulis.**

Fotografías del gonópodo de un individuo macho de la población colectada en la Estación 16, en el que el apéndice masculina con el apéndice interna tienen una proporción de 2.1571 con 18 espinas, mientras que el apéndice interna posee 63 cincinnulis (Fig. 13).



**Fig. 13. Fotografías de gonópodo de un individuo de la población de la Estación 16; 13.A. El apéndice masculina y las espinas; 13.B. El apéndice interna y 13.C. Los cincinnulis.**

Fotografías del gonópodo de un individuo macho de la población colectada en la Ranchería Verapaz, en el que el apéndice masculina con el apéndice interna tienen una proporción de 2.0416 con 20 espinas, mientras que el apéndice interna posee 40 cincinnulis (Fig. 14).



**Fig. 14. Fotografías de gonópodo de un individuo de la población de la Ranchería Verapaz; 14.A. El apéndice masculina y las espinas; 14.B. El apéndice interna y 14.C. Los cincinnulis.**

### C.2. Fórmulas rostrales y gonópodos

Teniendo en cuenta la Tabla 14, en la columna de las fórmulas rostrales, la que posee mayor frecuencia es  $8(1)/1$ , que incluye a los arroyos Sta. Ma. Jataté, Tzaquilá, La Laja, Invernadero, Estación 16 y la Ranchería Verapaz; inmediatamente se encuentra la fórmula rostral  $9(1)/1$  con la Estación 19, Tzaquilá y Jataté; la  $9(1)/2$  con la Estación 19, Ejido Gpe. Chactajal y Jataté y, por último, la fórmula rostral  $8(1)/2$  que incluye a Tzaquilá, Invernadero y Ranchería Verapaz.

Las fórmulas rostrales con menos frecuencia son  $7(1)/1$  que posee la Estación 19,  $10(1)/1$  con la población Sta. Ma. Jataté y algunos individuos de la Gpe. Puente poseen a las fórmulas rostrales  $8(0)/1$  y  $9(0)/1$ .

Tomando en cuenta los resultados del apéndice masculina/el apéndice interna, las poblaciones que poseen la mayor proporción es el arroyo Jataté (2.983) y el Invernadero (2.4776), mientras que la menor es la Estación 19 (1.9594) y Gpe. Puente (1.8).

Las poblaciones que poseen el mayor número de espinas en el apéndice interna son la Estación 19 y La Laja con 23 espinas y las de menor número de espinas son el Ejido Gpe. Chactajal con 14 y Gpe. Puente con 10.

Tomando en cuenta los cincinnulis, la Estación 19 tiene el mayor número con 80, seguidamente de la Estación 16 con 63, mientras que Gpe. Puente y el Ejido Gpe. Chactajal son las poblaciones que menor número de cincinnulis poseen con 20 cada una de ellas.

**Tabla 14. Fórmulas rostrales frecuentes en cada una de las poblaciones medidas.**

<b>Población</b>	<b>Fórmulas rostrales</b>	<b>No. de individuos</b>	<b>Apéndice masculina/apéndice interna</b>	<b>Número de espinas</b>	<b>Número de cincinnulis</b>
Estación 19	9(1)/1	6	1.9594	23	80
	9(1)/2	3			
	7(1)/1	3			
Río Gpe. Puente	8(0)/1	2	1.8	10	20
	9(0)/1	2			
Sta. Ma. Jataté	8(1)/1	4	2.0724	15	29
	10(1)/1	2			
Tzaquilá	8(1)/1	17	2.278	17	30
	9(1)/1	12			
	8(1)/2	5			
La Laja	8(1)/1	6	2.277	23	33
Ejido Gpe. Chactajal	9(1)/2	6	2.1830	14	20
Invernadero	8(1)/2	9	2.4776	17	28
	8(1)/1	7			
Jataté	9(1)/2	6	2.9830	18	41
	9(1)/1	4			
Estación 16	8(1)/1	5	2.1571	22	63
Ranchería Verapaz	8(1)/2	4	2.0416	20	40
	8(1)/1	3			

## DISCUSIÓN

### A. Distribución de los organismos

Con los datos de la Tabla 1 y con el mapa de la Fig. 4, se observa que, geográficamente, las poblaciones que tienen cierta cercanía son el arroyo Jataté, Ejido Gpe. Chactajal, el Invernadero, Tzaquilá, Estación 16, Estación 19 y Ranchería Verapaz y las que tiene una lejanía muy notable son las poblaciones del arroyo La Laja, Gpe. Puente y Santa María Jataté, pues se encuentran significativamente separadas al conjunto de las poblaciones mencionadas al inicio.

Uno de los elementos que puede explicar la diferencia es la altitud (Tabla 1). El rango de altimetría en las que las poblaciones se localizan de 602 a 1201 msnm, tomando en cuenta a las poblaciones colectadas en el arroyo La Laja y Ranchería Verapaz, que son las que poseen la mayor diferencia e independencia con las comparaciones que se les han realizado, tienen una barrera geográfica que interviene entre ambas, pese a que La Laja tiene 891 msnm y Ranchería Verapaz 845.2104 msnm y su altitud no varía entre ambas; entre éstas dos poblaciones, existe una distancia entre ellas de 15.144 km (véase en la Fig. 4).

La razón de porque los langostinos palaemónidos del género *Cryphiops* habitan en sitios con altitudes altas, se argumenta con el trabajo presentado en el 2013 por Botello y Álvarez, dado que realizaron un estudio a 6 géneros (*Creaseria*, *Cryphiops*, *Macrobrachium*, *Palaemonetes*, *Neopalaemon* y *Troglomexicanus*) en el que se presentó que la invasión de agua dulce de los Palaemonidae en México, ocurrieron 4 veces, siendo en la tercera vez (a principios del Cretácico) cuando les correspondió a los antepasados del género *Cryphiops* junto a los de *Macrobrachium*, lo cual refleja que la capacidad inicial para que éstos organismos invadan el hábitat de agua dulce debió haber estado presente en el ancestro de todos los linajes diferentes.

### B. Análisis morfométrico

Teniendo en cuenta el análisis morfométrico mediante la prueba de Fisher, en la que se obtuvieron las gráficas anteriores en los resultados, las proporciones que mostraron mayor diferencia son las siguientes:

- El largo/el ancho de la palma del primer pereiópodo, en la que la población con mayor diferencia (con 2.58579 de valor en su media) fue el arroyo Ranchería Verapaz.
- El propodio/el dáctilo del primer pereiópodo, siendo el arroyo La Laja la población con mayor diferencia (con 2.76904 de valor en su media) comparado con el resto.
- El merus/el isquio del primer pereiópodo, teniendo a arroyo Ranchería Verapaz como la población con mayor diferencia (con 1.33836 de valor en su media).

Tomando en cuenta estas diferencias, el arroyo Ranchería Verapaz es la población que posee mayor diferencia entre las comparaciones de las 12 proporciones que se les realizaron a las poblaciones la prueba de Fisher.

Considerando el dendograma, se formaron distintas agrupaciones dependiendo las similitudes que poseen:

En el Dendograma 1, se identificaron 4 agrupaciones, conformados con las poblaciones de la siguiente manera:

1. Primer grupo: Este a su vez presenta 5 subgrupos:
  - 1.1. Primer subgrupo: Estación 19.
  - 1.2. Segundo subgrupo: Sta. Ma. Jataté.
  - 1.3. Tercer subgrupo: Ejido Gpe. Chactajal y Jataté.
  - 1.4. Cuarto subgrupo: Invernadero.
  - 1.5. Quinto subgrupo: Tzaquilá y Estación 16.
2. Segundo grupo: Gpe. Puente.
3. Tercer grupo: La Laja.
4. Cuarto grupo: Ranchería Verapaz.

El primer grupo, es el que tiene similitud en cuanto cercanía entre las poblaciones, siendo los subgrupos 4 y 5 los que poseen la mayor similitud, pero, la población que es independiente al resto debido a una lejanía marcada es la de Ranchería Verapaz, debido a que, gráficamente tiene una diferencia notoria, con una distancia de casi el doble de las demás comparaciones de las poblaciones.

De igual manera, Baldari y colaboradores (2010), hacen mención que las diferencias morfológicas se utilizan para identificar si las especies de las poblaciones son diferentes, se toma en cuenta la ornamentación del rostro, las proporciones de los

artejos del primer y del segundo pereiópodo, la proporción de la longitud del apéndice masculina entre la longitud del apéndice interna, como también la disposición y el número de espinas del apéndice masculina, estando de acuerdo con esto, puesto que con los resultados de la Tabla 14, se refleja que las poblaciones tienen diferencias entre ellas. Sin embargo, con los artejos de las proporciones del primer y segundo pereiópodo, también se pueden observar las diferencias entre las poblaciones, destacando siempre la población de la Laja y de Ranchería Verapaz (véase Gráfica 1-12 y Tabla 2-13).

Baldari et al., (2010), toman en cuenta que ciertas especies tienen relación por la cercanía geográfica que los organismos poseen, sin embargo, se difiere en este punto, en vista de que, las poblaciones presentaron diferencias en su morfología a pesar de tener cercanía geográfica. Williner y colaboradores (2009), mencionan a la microdistribución, en las poblaciones de crustáceos estudiados presentan un ordenamiento y distribución mostrando preferencias de hábitat, las cuales están determinadas o inducidas por factores físicos-químicos y biológicos; de igual forma, las poblaciones sufren disturbios, como los marcados por sequías o inundaciones extremas que establecen presiones las cuales reflejan cambios en los organismos. Por otra parte, la presencia de camarones en un ambiente depende de la relación hábitat-vegetación (existencia o ausencia de determinadas especies), del sedimento (cantidad de materia orgánica, tipo de sedimento y granulometría), las propiedades físico-químicas, la abundancia de alimento y/o la presencia de depredadores (Williner et al., 2009), en los resultados de esta tesis comparando las poblaciones de *Cryphiops spp.* que también tienen una microdistribución con especificidades en sus requerimientos ambientales; lo reportado por Williner y col. (2009) es aplicable. Sin embargo, a pesar de coexistir todas las poblaciones en un área relativamente pequeña pero accidentada orográficamente, existen poblaciones morfológicamente bien diferenciadas lo que lleva a identificar las barreras montañosas y estructuras de las cuencas como las que producen estas diferencias. Destacando la población colectada en la Laja con una mayor diferencia morfológica, que previamente ha sido descrita como *Cryphiops (Bithynops) villalobosi* (Villalobos Hiriart et al., 1989).

## CONCLUSIÓN

Respondiendo a la pregunta del planteamiento del problema, ¿Las poblaciones de camarones dulceacuícolas de la región de Ocosingo en el Estado de Chiapas, México, del género *Cryphiops* comparadas morfométricamente, son iguales?

La respuesta es no, las poblaciones comparadas morfométricamente del género *Cryphiops* no son iguales, debido a que, con los resultados presentados en el Dendograma 1, el cual toma en cuenta los datos de las 12 proporciones, refleja que, evidentemente las poblaciones son diferentes, debido a que se identificaron 4 agrupaciones en cuanto a su similitud entre ellas, estando el primer grupo conformado por las poblaciones colectadas en el arroyo la Estación 19, Sta. Ma. Jataté, Ejido Gpe. Chactajal, Jataté, el Invernadero, Tzaquilá y la Estación 16, el segundo grupo por el arroyo Gpe. Puente, el tercero incluye al arroyo la Laja y el último grupo está conformado por el arroyo Ranchería Verapaz, mostrando la mayor diferencia entre la morfometría de sus proporciones, siendo la población más independiente al resto.

---

**LITERATURA CITADA**

- Baldari, F., Mejía-Ortíz, L. M. & López-Mejía, M. 2010. A New cave species of *Cryphiops* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from Southern Mexico. *Zootaxa* 2427: 47–54.
- Barbosa-Saldaña, M. de L., Díaz-Jaimes, P. & Uribe-Alcocer, M. 2012. Variación morfológica del camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en el Pacífico mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 42-50 pp.
- Botello, A. & Álvarez, F. 2013. Phylogenetic relationships among the freshwater genera of palaemonid shrimps (Crustacea: Decapoda) from Mexico: evidence of multiple invasions? *Rev. Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(4): 773-780.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. 2007. *Biología. Séptima edición*. España. Editorial Médica Panamericana. 664 p.
- García-Madrugal, M. del S., Villalobos-Hiriart, J. L., Álvarez, F. & Bastida-Zavala, R. 2012. Estado del conocimiento de los crustáceos de México. *Ciencia y Mar*, XVI (46): pp. 43-62.
- Hobbs, H. H. & Lodge, D. M. 2015. Chapter 22. Decapoda. Class Malacostraca, Order Decapoda. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates.
- Kawai, T. & Cumberlidge, N. 2016. *A Global overview of the conservation of freshwater decapod crustaceans*. Springer nature.
- May Cua, E. G. (2009). *Distribución y abundancia del género Macrobrachium* Bate, 1868 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) en la cuenca del río Papaloapan. (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Conkal. Conkal, Yucatán, México.

- Padilla Álvarez, F. & Cuesta López, A. E. 2003. *Capítulo 10. Crustáceos (mandíbulas acuáticas). Clasificación. Sinopsis Taxonómica de los crustáceos*. Zoología aplicada. España. Editorial Edigrafos, S. A. 141 p.
- Pertusa Grau, J. F. 2010. *1.7. Morfometría y estereología*. Técnicas de análisis de imagen. Conceptos básicos. Aplicaciones en biología. 2ª edición. España. Editorial Universitat de Valencia. 31 p.
- Roldán Pérez, G. A. & Ramírez Restrepo, J. J. 2008. *Parámetros morfológicos y morfométricos importantes*. Fundamentos de limnología neotropical. 2ª Edición. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. 68 p.
- Villalobos Hiriart, J. L., Nates Rodríguez, J. C. & Cantú Díaz Barriga, A. 1989. *Revisión de los géneros Cryphiops Dana, 1852 y Bithynops Holthuis, 1973, de la familia Palaemonidae (Crustácea, Decápoda), y descripción de una especie nueva para el estado de Chiapas, México*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, *Ser. Zool.*, 60(2): 159-184, 28-XII-1989.
- Williner, V., Giri, F. & Collins, P. A. 2009. *Los crustáceos decápodos dulceacuícolas en Argentina*. *Revista FABICIB*, 13, 107-125.



