



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Desarrollo Sustentable

Comparación morfológica en langostinos del género *Macrobrachium* con desarrollo larval abreviado en la cuenca del río Grijalva

TESIS

Presenta

Antonio Chale Chim

Director de Tesis

Luis Manuel Mejía Ortíz


Cozumel, Q. Roo, mayo de 2018.

Consejo Divisional
División de Desarrollo Sustentable
Unidad Cozumel
Presente


Con fundamento en el artículo 100A, 101-110 del Reglamento de Estudios Técnico y de Licenciatura de la Universidad de Quintana Roo, los miembros del sínodo del trabajo de tesis denominado "Comparación morfométrica en langostinos del género *Macrobrachium* con desarrollo larval abreviado en la cuenca del río Grijalva" elaborado por el alumno Antonio Chale Chim con matrícula 08-09896 de la Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales, le notificamos que otorgamos nuestra aprobación del documento de tesis presentado, como requisito parcial para dar continuidad a los procesos que le permitirán obtener el título de Licenciado en Manejo de Recursos Naturales

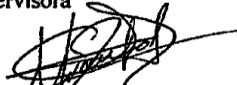
Con un cordial saludo

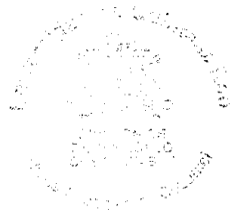
Atentamente
"Fructificar la razón: trascender nuestra cultura"


Dr. Luis M. Mejía Ortiz
Director




Dra. Marilú López Mejía
Supervisora


Dr. Oscar Krausto Martínez
Supervisor



Resumen

Esta tesis tiene como objetivo comparar la morfología de los langostinos con desarrollo larval abreviado del género *Macrobrachium* para comprobar, desde el punto de vista morfológico, cuantas poblaciones similares o diferentes existen en la cuenca del río Grijalva. Estos animales son un grupo de decápodos de agua dulce descubierto por primera vez en México hace diecinueve años y que, actualmente, sólo tienen un valor comercial en acuarios. Desde entonces, se han reportado ocho nuevas especies para las zonas altas de las cuencas de los ríos más importantes del Golfo de México (Papaloapan, Grijalva y Usumacinta). Sin embargo, un análisis detallado de las poblaciones existentes en la cuenca del río Grijalva hasta la fecha no se ha hecho y esta cuenca muestra un alto potencial de poblaciones de este grupo. Por lo que, se realizó la captura de ejemplares y se registró las mediciones de cada uno de los ejemplares en una base de datos para posteriormente realizar un análisis ANOVA y de componentes principales de las diferentes proporciones comparando las poblaciones estudiadas con el programa Statgraphics 6.0. Se identificaron nueve poblaciones diferentes en la cuenca del género *Macrobrachium*; 1) Arroyo de Santa Ana y Balneario Agua Blanca, 2) Sótano de Lucha; 3) Palenque Michotal y Piedron; 4) Arroyo Teapa, 5) Suclumpa, 6) Palenque Baños y Nueva Esperanza, 7) Gruta de Cocona, 8) Chilón y Limonar; 9) Entrada Misol-ha. De las cuales, Grutas de Cocona es *Macrobrachium acherontium* y Sótano de Lucha es *Macrobrachium sbordonii*. Las características que nos permitió comparar las poblaciones de los langostinos del género *Macrobrachium* fueron el primer pereiópodo y el segundo pereiópodo, además de que se tomó en cuenta el cefalotórax, rostro, abdomen, telson, sexto y antena.

Introducción

El grupo de los crustáceos decápodos corresponde a un orden dentro del filo Arthropoda (subfilo Crustacea: Orden Decapoda). Son organismos acuáticos, habitan en todas las profundidades y se caracterizan por tener un cuerpo que se divide en cefalotórax (donde se fusiona la cabeza y el tórax) y abdomen (Brusca, 2005). Los Pleocyemata, el segundo suborden de decápodos contiene al langostino (Hendrickx, s/a) de agua dulce, salobre y marina, las características más relevantes de esta familia son rostrum presente, flagelo anténula superior es bifurcado, el primero y segundo pereiópodos son quelados, el primero menos desarrollado que el segundo y los pereiópodos carecen de exópodos (Navarrete, s/a).

Para realizar el análisis morfométrico en los langostinos se tomaran en cuenta las siguientes estructuras: el primer y segundo pereiópodo: el cual se divide en merus, carpus e isquio; el cefalotórax, telson, sexto, escama antenal, antena, así como el sexo: si es hembra o macho.

El ejemplo de un langostino se aprecia en la Figura 1:

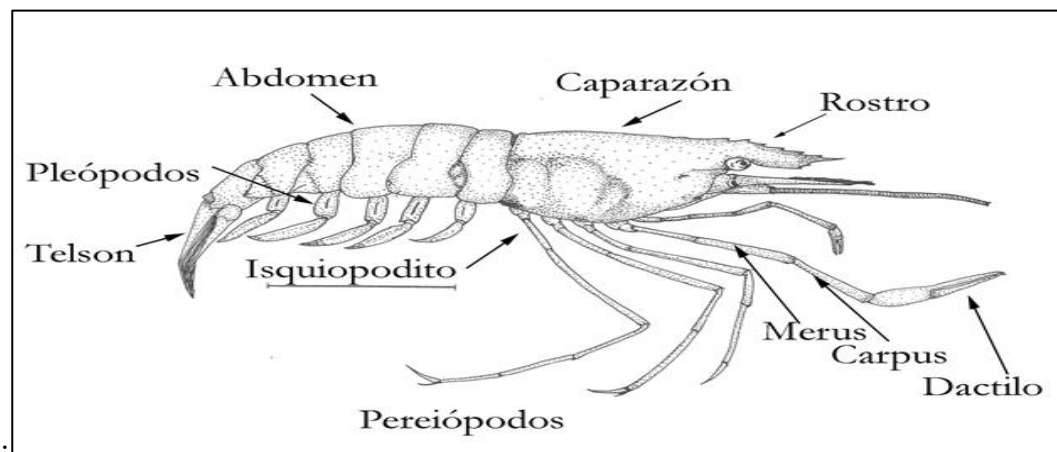


Fig. 1. Morfología externa de langostino del género *Macrobrachium*. Tomado de Mejía-Ortíz et al., 2008).

Subfilo: Crustacea,

Superfamilia: Palaemonoidea Rafinesque,

Familia: Palaemonoidea Rafinesque,

Género *Macrobrachium* (Bate, 1868).

Los langostinos del género *Macrobrachium* son de gran importancia ecológica en la dinámica ambiental de los ecosistemas de ríos y lagunas (Murphy y Austin, 2005) puesto que algunas larvas son planctónicas y una vez que se han transformado y crecido a etapas juveniles comienzan a migrar desde la costa hasta las zonas altas de aguas dulces, contribuyendo con ello al flujo de energía convertida en biomasa a lo largo de las diferentes hábitats por los que transitan. Además, que por su característica planctónica en la etapa juvenil y adulto estos se refugian en las cuevas, debajo de las piedras y en las raíces sumergidas donde encuentran alimento, en la cual su dieta principal está compuesta de detritos, algas y materia en diferentes grados de descomposición (Albertoni *et al.*, 2003)

Igualmente, participan en el proceso de perturbación donde el sustrato es removido y modificado (revitalización del fondo y la modulación de la permeabilidad de los elementos químicos en los procesos biogeoquímicos), también algunas especies de langostino pueden procesar la hojarasca acumulada en el lecho de los ríos en beneficio de otras especies y del ciclo de nutrientes (García-Guerrero *et al.*, 2013). Por otra parte, la importancia económica de los langostinos del género *Macrobrachium* es una alternativa económica para las comunidades pesqueras ya que generan empleos directos e indirectos (Villalobos-Hiriart *et al.*, 2010).

Antecedentes

Los langostinos del género *Macrobrachium* son decápodos de agua dulce que, durante la segunda mitad del siglo pasado, se creía que en el país solo habitaban organismos asociados a los ríos principales de ambas vertientes (Pacífico y Golfo de México), pues necesitaban agua salobre en sus primeros estadios de vida para sobrevivir (lo que se conoce como desarrollo larval extendido). En los estudios realizados durante ese periodo se registraron las siguientes especies para el Golfo de México: *Macrobrachium carcinus*, *M. heterochirus*, *M. olfersii*, *M. hobbsi*, *M. acanthurus* y para el Océano Pacífico fueron registradas: *Macrobrachium americanum*; *M. occidentale*, *M. digueti*, *M. tenellum*, *M. acanthochirus* (Holthuis, 1952).

Así mismo, se establecieron los límites ecológicos en gradientes altitudinales de las especies para el Golfo de México, identificando especies que habitaban en sitios bastante alejados de la costa con altos contenidos de oxígeno disuelto, otras que preferían las pozas profundas y con menor velocidad de la corriente, o bien que prefieren ríos alternos con baja profundidad, una mayor temperatura y una velocidad de corriente constante hasta aquellas especies que viven exclusivamente en ambientes costeros (Mejía-Ortiz *et al.*, 2001).

Sin embargo, en los últimos años del siglo pasado había dos especies reportadas para ambientes cavernícolas de las cuales se conocía muy poco acerca de su biología y ecología, al igual que sus relaciones entre ellas; estas son: *Macrobrachium villalobosi* y *Macrobrachium acherontium*; mismas que fueron descubiertas por las exploraciones de cavernas por parte de investigadores estadounidenses e italianos, respectivamente. Para el año 1999 y 2000, se reportan por primera vez en México dos especies epigeas con desarrollo larval abreviado una para el estado de Veracruz: *Macrobrachium tuxtlaense* (Villalobos y Álvarez, 1999) y otra para el estado de Chiapas *Macrobrachium vicconi* (Román, Ortega y Mejía., 2000). Estos hallazgos indujeron la posibilidad de registrar el desarrollo larval abreviado de estas especies e inferir que esto mismo pasa con aquellas reportadas como subterráneas. Así mismo, estos resultados llevaron a revisar con más detalle esta distribución tan dispersa y hacer colectas enfocadas a este grupo de animales lo que condujo a describir una especie más para la zona alta del Papaloapan *Macrobrachium totonacum* (Mejía-Ortiz, Álvarez & Hartnoll, 2003). Así mismo, en esta búsqueda se

encontraron 15 poblaciones en la misma cuenca que, finalmente, se describieron como *Macrobrachium oaxacae*, *Macrobrachium mazatecum*, *Macrobrachium cosolapaense* y *Macrobrachium jacatepecense* (Mejía-Ortiz & López-Mejía, 2011). Dos años antes fue reportada otra especie para las cavernas mexicanas en el estado de Chiapas *Macrobrachium sbordonii* (Mejía-Ortiz, Baldari & López-Mejía, 2008).Tabla 1.

Tabla I. Especies (22) del género *Macrobrachium* descritas actualmente México.

Género	Especie	Autoridad taxonómica
<i>Macrobrachium</i>	<i>Acanthurus</i>	(Wiegman,1836)
<i>Macrobrachium</i>	<i>Acanthochirus</i>	Villalobos,1966
<i>Macrobrachium</i>	<i>Acherontium</i>	Holthuis,1977
<i>Macrobrachium</i>	<i>Americanum</i>	(Bate,1968)
<i>Macrobrachium</i>	<i>Carcinus</i>	(Linnaeus,1758)
<i>Macrobrachium</i>	<i>Cosolapaense</i>	Mejía Ortiz y López Mejia, 2011
<i>Macrobrachium</i>	<i>Digueti</i>	Bouvier,1985
<i>Macrobrachium</i>	<i>Faustinum</i>	(Holthius, 1977)
<i>Macrobrachium</i>	<i>Heterochirus</i>	(Wiegman, 1936)
<i>Macrobrachium</i>	<i>Hobbsi</i>	Villalobos y Nates,1990
<i>Macrobrachium</i>	<i>Jacatepecense</i>	Mejía Ortiz y López- Mejia,2011
<i>Macrobrachium</i>	<i>Mazatecum</i>	Mejía Ortiz y López- Mejia,2011
<i>Macrobrachium</i>	<i>Michoacanus</i>	Villalobos y Nates,1990
<i>Macrobrachium</i>	<i>Oaxacae</i>	Mejía Ortiz y López- Mejia,2011
<i>Macrobrachium</i>	<i>Occidentale</i>	(Holthuis,1952)
<i>Macrobrachium</i>	<i>Olfersii</i>	(Wiegman,1836)
<i>Macrobrachium</i>	<i>Sbordonii</i>	Mejía, Baldari y López, 2008
<i>Macrobrachium</i>	<i>tenellum</i>	(Smith,1971)
<i>Macrobrachium</i>	<i>totonacum</i>	Mejia, Alvarez & Hartnoll, 2003
<i>Macrobrachium</i>	<i>tuxtlaense</i>	Villalobos y Álvarez, 1999
<i>Macrobrachium</i>	<i>vicconi</i>	Román, Ortega y Mejía, 2000
<i>Macrobrachium</i>	<i>villalobosi</i>	Hobbs,1973

Justificación

De acuerdo a la literatura (Mejía-Ortiz, *et al* 2016), en México es importante conocer la diversidad de los langostinos del genero *Macrobrachium* con desarrollo larval abreviado, ya que el género *Macrobrachium* está representada por dos grupos de las cuales las pocas conocidas por su diversidad en México son las de desarrollo larval abreviado y son muy pocas las descritas, a continuación, en la Tabla II se presenta una lista de las ya descritas:

Tabla. II lista de especies con desarrollo larval abreviado descritas en México.

Cuevas subterráneos	Entornos epigeos
<i>Macrobrachium villalobosi</i>	<i>Macrobrachium vicconi</i>
<i>Macrobrachium acherontium</i>	<i>Macrobrachium tuxtlaense</i>
<i>Macrobrachium sbordonii</i>	<i>Macrobrachium totonacum</i>
	<i>Macrobrachium cosolapaensis</i>
	<i>Macrobrachium jacatepecensis</i>
	<i>Macrobrachium oaxacae</i>
	<i>Macrobrachium mazatecum</i>

Elaboración propia con base en (Holthuis,1977;Hobbs,1973;Mejia-Ortiz y Lopez-Mejia,2011;Mejia,Baldari y Lopez,2008;Mejia,Alvarez y Hartnoll,2003;Roman,Ortega y Mejia,2000;Villalobos y Alvarez,1999).

Estas especies se distribuyen en las vertientes del Golfo de México, en donde hay un importante flujo de agua y en sus cordilleras el suelo es cárstico por lo que es propicio para el desarrollo de cuevas, ellas viven todo su ciclo de vida en agua dulce. El clima predominantemente tropical árido húmedo y tropical húmedo y seco, es propicio para que estas especies neotrópicas existan.

Algunas características en cuanto a la problemática de estas especies son:

- Asentamientos de la población humana
- Aumento de aguas residuales en los ríos
- Presas en las zonas hidrológicas

Esto ha disminuido las poblaciones de *Macrobrachium* con desarrollo larval abreviado debido que ya no hay distribución por las presas ya que impiden el paso y cortan su ciclo de vida de estas. También es un valor de alto consumo para las culturas indígenas y por consiguiente es importante realizar programas que protejan estas especies pocas conocidas ya que solo se protege las especies de *Macrobrachium* de desarrollo extendido (Mejía-Ortíz et al., 2016).

Planteamiento del problema

¿Cuántas poblaciones del género *Macrobrachium* existen en la cuenca del río Grijalva?

Hipótesis

Además de las especies reportadas (*Macrobrachium acherontium* y *Macrobrachium sbordonii*), existen cuatro poblaciones morfológicamente diferentes de las 16 poblaciones bajo estudio.

Objetivo general

Comparar las características morfológicas de langostinos del género *Macrobrachium* en las diferentes poblaciones de la cuenca media alta del río Grijalva

Objetivos particulares

- Registrar las diferentes medidas de los artejos, así como los caracteres ornamentales de las 16 poblaciones de langostino del género *Macrobrachium* registradas para la cuenca del río Grijalva
- Comparar las proporciones de los artejos para diferenciar las poblaciones de langostinos del género *Macrobrachium* de la cuenca del río Grijalva.

Área de estudio

La Cuenca del Río Grijalva tiene una extensión total de 56,895 km², de los cuales 9.49% se encuentran en Guatemala y 90.51% en Chiapas, Oaxaca y Tabasco. La parte alta de la cuenca se encuentra en mayor extensión del lado guatemalteco y aporta 2.4 km³ anuales de agua superficial al río Grijalva-Grande de Chiapas. Los principales ríos que fluyen son el Chicomuselo y el río Yayahuitia que son alimentados por otros dos ríos de la región que tienen un punto limite en la Presa de la Angostura, para desembocar en el Golfo de México; también cuenta con dos macro regiones, la cuenca del río Huixtla que se forma con los ríos San Gerónimo, Negro, La Esperanza y La Joya, que descienden de la Sierra Madre de Chiapas y desembocan en el Océano Pacífico (Gómez-Díaz, 2012). En la Fig. 2 se ubican los puntos donde se colectaron las poblaciones de langostinos del genero *Macrobrachium*

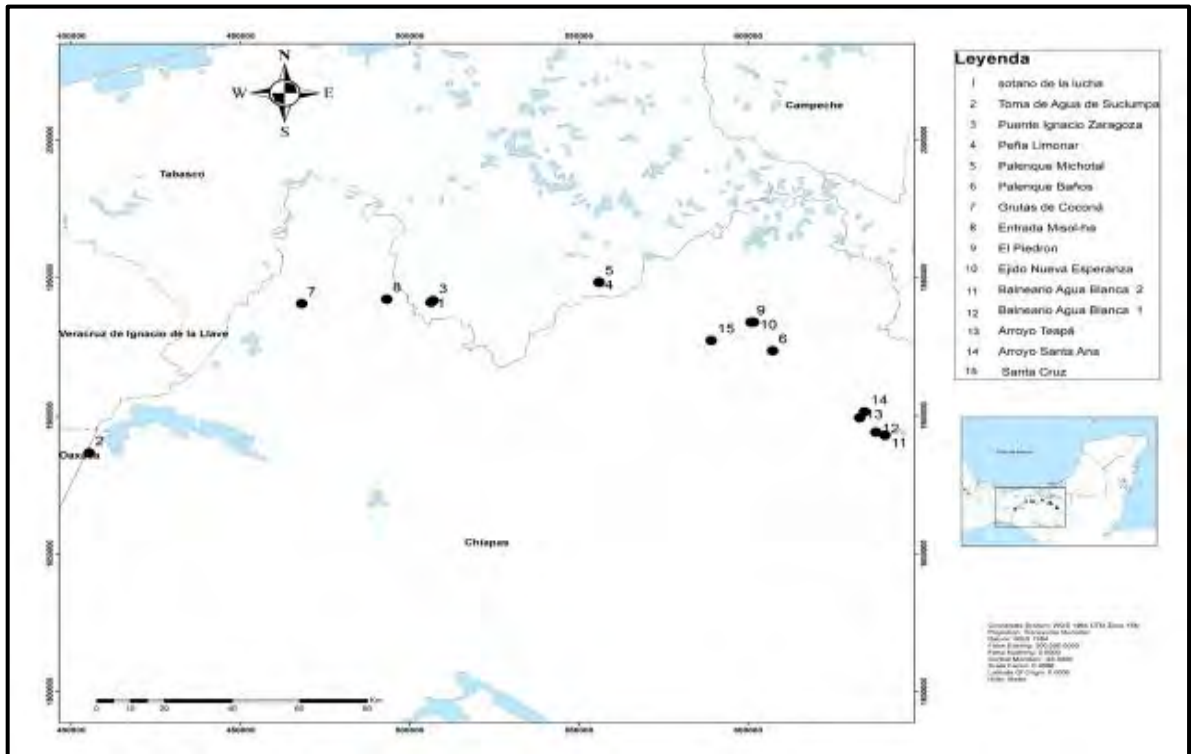


Fig.2 Mapa que indica los sitios de colecta en la cuenca del Río Grijalva (imagen modificada en el programa ArcGis 10.1).

Comparación morfológica en langostinos del género *Macrobrachium* con desarrollo larval abreviado en la cuenca del río Grijalva

Material y métodos

El estudio de campo se realizó en la cuenca del río Grijalva utilizando el método aleatorio en diversas sub-cuencas en los estados de Chiapas y Tabasco en las que desemboca el río Grijalva. El estudio consistió en el registro de mediciones factores físicoquímico del agua (temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, transparencia, pH y la velocidad de la corriente) mediante un Oxímetro marca YSI. Y la ubicación geográfica fue registrada mediante un sistema de posicionamiento global (GPS).

Para la captura de ejemplares se utilizó redes de cuchara de mano en la cual se introdujo en la vegetación ribereña de los ríos y, posteriormente, se procedió al etiquetado conteniendo los siguientes datos: fecha, ubicación geográfica, nombre de colector y nombre de la subcuenca o localidad y fijado en alcohol al 90% para el análisis de laboratorio.

Finalmente, en el Laboratorio de Bioespeleología y Carcinología de la Universidad de Quintana Roo –Cozumel, Se separó a cada uno de los organismos en frascos individuales conteniendo los siguientes datos (fecha de captura, nombre de la subcuenca o localidad y número de organismo); así mismo, se registraron las mediciones de cada uno de los ejemplares capturados en una base de datos y se les diferenció por sexos (machos y hembras), se obtuvo la fórmula rostral (Espinass post-orbitales, dorsales y ventrales). Así mismo se les registro las siguientes mediciones: longitud del cefalotórax, rostro, abdomen, telson, sexto somite, antena, escama antenal. Además, a cada uno de los dos primeros pereiópodos, se les midió la longitud del isquiópodo, merus, carpus, propodio, dactilo y palma, además del ancho de la palma, estas medidas de longitud se determinaron con un vernier con precisión 0.05 mm y con el microscopio de disección; de igual forma se seleccionó un macho adulto para realizar el análisis de microscopía electrónica de barrido del apéndice masculina y apéndice interno así como el conteo de los cincinuli (esto se realizó en el Instituto de Biología de la UNAM). Con los datos registrados se creó una base de datos en Excel para realizar el análisis ANOVA y de Componentes Principales de las diferentes proporciones comparando las poblaciones estudiadas con ayuda del programa estadístico Statgraphics 6.0. Lo que nos ayudó a determinar las diferentes poblaciones existentes en la cuenca del río Grijalva.

Resultados

En total fueron utilizadas 12 proporciones y rasgos ornamentales que se midieron de los langostinos colectados en 14 sitios de la cuenca del Rio Grijalva, en la cual se tomaron en cuenta 13 localidades ya que la localidad Municipio Autónomo Francisco I. Madero sólo se encontró 3 organismos y no representa un dato estadístico. Posteriormente se analizó los datos por medio de 2 dendogramas de agrupamientos euclidiana. 1) método de agrupamiento euclidiana con todas las proporciones del primer y segundo pereiópodo con los datos estandarizados. 2) método de agrupamiento euclidiana sin las proporciones del primer pereiópodo con los datos estandarizados.

Tabla III. Lista de las características medidas de los organismos.

sitio	formulas rostrales	L/A escama	LP/AP Seg	Pei LP/AP Pri	Per Pro/Carp	Seg Pei Pro/Carp	Pri Pei Carp/Mer	Seg Per Carp/Mer	Pri Per Mer/Isq	Seg Per Mer/Isq	Pri Per Pro/Dac	Seg Per Pro/Dac	Pri Pei Telson/sexta	somite
Río Arroyo Santa Ana	9(3)2	2.89	3.29	2.06	1.88	0.786	0.91	1.034	1.814	2.275	2.16768	1.88345	1.41568	
Blaneario Agua Blanca	10(3)2	3.0276	3.16	2.268	1.51	0.692	1.049	1.086	1.505	2.404	2.04788	2.13331	1.31371	
Sotano de Lucha	9(3)2	2.632	3.32	2.278	1.515	0.575	0.979	1.059	2.242	3.017	1.89555	2.02673	1.5054	
Palenque Michotal	9(3)2	3.018	3.68	1.987	1.554	0.685	1.15	1.094	1.425	1.942	2.29279	2.04491	1.63067	
entrada Miso-Ha	9(3)2	2.975	5.57	1.989	1.293	0.526	1.43	1.273	1.391	2.116	2.28124	1.91321	1.5398	
Mpio Auto. Lugar Francisco I Madero	9(3)2	3.41	3.87	1.579	1.498	0.557	1.24	1.132	1.45	1.888		0.525	0.633	
Arroyo Teapa	10(3)2	3.024	4.17	1.843	1.696	0.653	1.073	1.124	1.537	2.041	2.31691	1.95379	1.49668	
Gruta de Cocona	10(2)1	2.349	3.6	2.416	1.141	0.643	1.203	1.342	1.073	1.733	1.95813	1.928	1.54993	
Palenque Baños	9(3)2	3.1	3.14	2.092	1.1769	0.742	1.038	1.104	1.644	2.077	2.18313	2.03105	1.62605	
Piedron	10(3)2	2.76	4.00075	2.4376	1.45078	0.784446	1.11124	1.11739	1.30384	1.91105	2.18137	2.02542	1.66739	
Chilon	10(3)2	2.774	4.00318	2.05474	1.24683	0.676908	1.18918	1.05617	1.31628	2.34762	2.17403	1.86159	1.5413	
Nueva Esperanza	10(3)2	3.455	4.10974	2.24877	1.30954	0.663581	1.17494	1.11288	1.34724	2.20085	2.10861	1.96787	1.57367	
Limonar	10(3)3	2.539	4.14981	2.14659	1.28705	0.716049	1.18074	1.04514	1.28761	2.06359	2.1857	1.9478	1.55813	
Sulumpa	10(3)2	2.484	3.59155	1.97223	1.72286	0.786946	1.01985	1.02571	1.38405	2.11814	2.08965	1.89423	1.53166	

ANALISIS DE ANOVAS DEL PRIMER PEREIOPODO

Largo/Ancho de la Palma

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Largo/Ancho de la Palma del primer pereiópodo, se utilizó el procedimiento de ANOVA, resultando una $F=3.53$ con un valor de $P<0.05$, lo cual demostró que para esta proporción en particular si existen diferencias estadísticamente significativas con una confianza de 95 %. Para poder observar que sitio en particular es diferente se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, con lo cual se puede observar cuales son los sitios más diferentes en este rasgo (Fig.3)

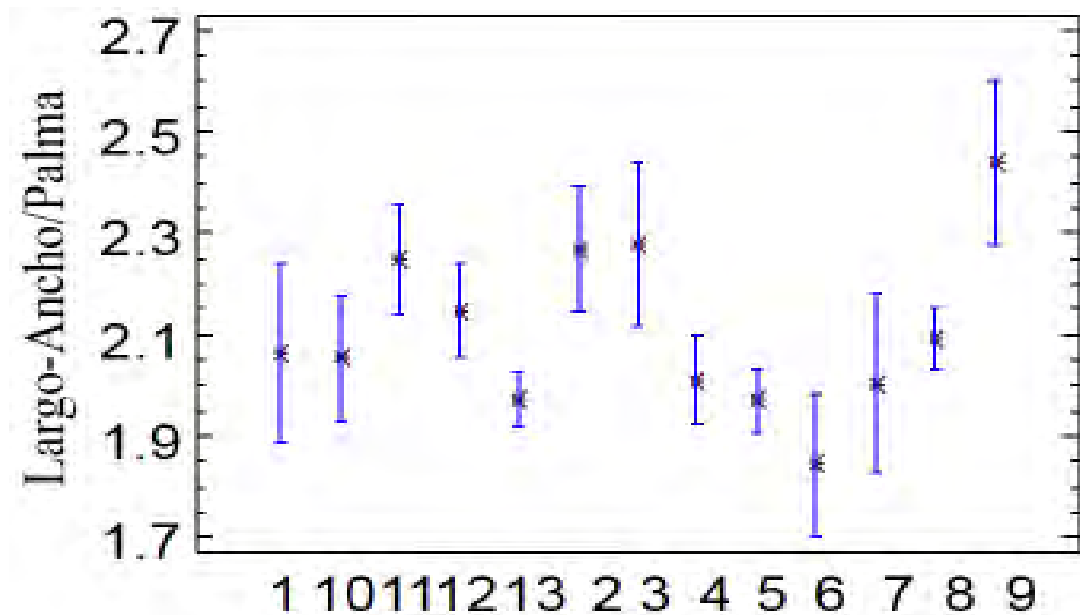


Fig. 3 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de las proporciones Largo/Ancho de la Palma del primer pereiópodo. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Luca; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla IV) es El Piedron (9) en las proporciones más altas y Arroyo Teapa (6) en las proporciones más bajas; los demás sitios Arroyo Santa Ana (1), Chilon (10), Nueva Esperanza (11), Limonar(12), Suclumpa (13), Balneario Agua Blanca (2), Sótano de Lucha (3), Palenque Michotal (4), Entrada Misol-Ha (5), Gruta de Cocona (7) y Palenque Baños (8) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla IV Comparación de los promedios de la proporción Largo/Ancho de la Palma del primer pereiópodo cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 3.53$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	2.06333
10) Chilon	2.05474
11) Nueva Esperanza	2.24877
12) Limonar	2.14659
13) Suclumpa	1.97223
2) Balneario Agua Blanca	2.2682
3) Sótano de Lucha	2.2788
4) Palenque Michotal	2.01077
5) Entrada Misol-Ha	1.96992
6) Arroyo Teapa	1.84393
7) Gruta de Cocona	2.00417
8) Palenque Baños	2.09248
9) Piedron	2.4376

Carpus/Merus

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Carpus/Merus del primer pereiopodo, se utilizó el procedimiento de ANOVA, con una $F=3.41759$ y un valor de $P<0.05$, lo cual demostró que para esta proporción en particular si existen diferencias estadísticamente significativas con una confianza de 95%. Para poder observar que sitio en particular es diferente se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, con la cual se puede observar cuales son los sitios más diferentes en este rango (Fig.4).

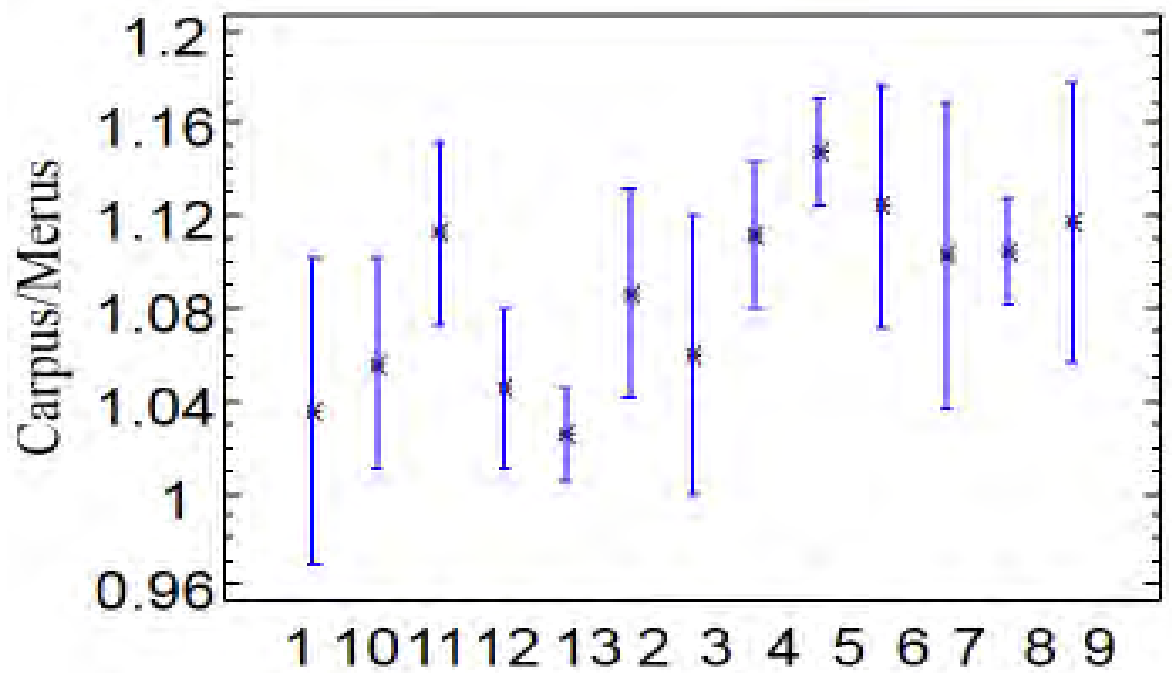


Fig. 4 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de las proporciones Carpus/Merus del primer pereiopodo. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla V) es Entrada Misol-Ha (5) en las proporciones más altas y Suclumpa (13) en las proporciones más bajas, los demás sitios Arroyo Santa Ana (1), Chilon (10), Nueva Esperanza (11), Limonar(12), Balneario Agua Blanca (2), Sótano de Lucha (3), Palenque Michotal (4), Arroyo Teapa (6), Gruta de Cocona (7), Palenque Baños (8) y Piedron (9) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla V Comparación de los promedios de la proporción Carpus/Merus del primer pereiópodo cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 3.41759$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	1.04384
10) Chilon	1.05617
11) Nueva Esperanza	1.11288
12) Limonar	1.04514
13) Suclumpa	1.02571
2) Balneario Agua Blanca	1.08635
3) Sótano de Lucha	1.05988
4) Palenque Michotal	1.11205
5) Entrada Misol-Ha	1.14803
6) Arroyo Teapa	1.12406
7) Gruta de Cocona	1.10288
8) Palenque Baños	1.10407
9) Piedron	1.11739

Merus/Isquio

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Merus/Isquio del primer pereiopodo se utilizó el procedimiento de ANOVA, con un resultado de $F=7.93694$ y un valor de $P<0.05$, lo cual demostró que para esta proporción en particular si existen diferencias estadísticamente significativas con una confianza de 95%. Para poder observar que sitio en particular es diferente se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, con la cual se puede observar cuales son los sitios más diferentes en este rango (Fig.5)

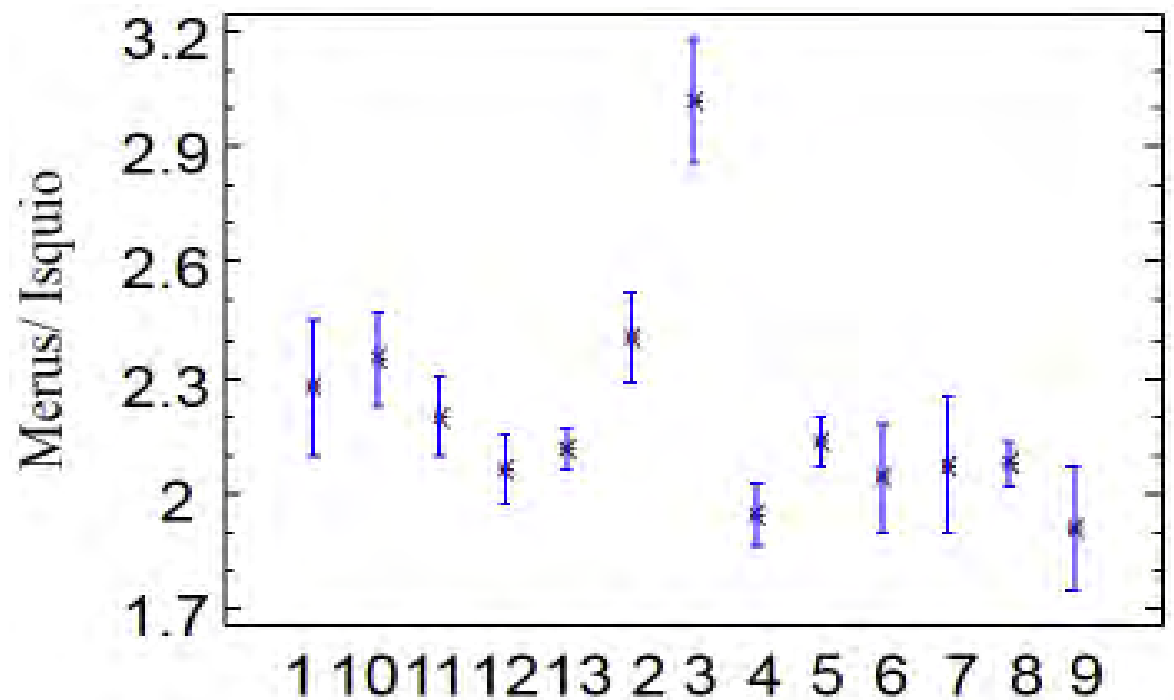


Fig. 5 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de las proporciones Merus/Isquio del primer pereiopodo. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla VI) es Sótano de Lucha (3) en las proporciones más altas y Piedron (9) en las proporciones más bajas, los demás sitios Arroyo Santa Ana (1), Chilon (10), Nueva Esperanza (11), Limonar(12), Suclumpa (13), Balneario Agua Blanca (2), Palenque Michotal (4), Entrada Misol-Ha (5), Arroyo Teapa

(6), Gruta de Cocona (7) y Palenque Baños (8) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla VI Comparación de los promedios de la proporción Merus/Isquio del primer pereiópodo cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 7.93694$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	2.275
10) Chilon	2.34762
11) Nueva Esperanza	2.20085
12) Limonar	2.06359
13) Suclumpa	2.11814
2) Balneario Agua Blanca	2.40406
3) Sótano de Lucha	3.01753
4) Palenque Michotal	2.94712
5) Entrada Misol-Ha	2.13457
6) Arroyo Teapa	2.04171
7) Gruta de Cocona	2.075
8) Palenque Baños	2.07722
9) Piedron	1.91105

Propodio/Carpus

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Propodio/Carpus del primer pereiópodo a través del procedimiento de ANOVA, con un resultado de $F=9.79781$ y un valor de $P<0.05$, lo cual demostró que para esta proporción en particular si existen diferencias estadísticamente significativas con una confianza de 95%. Para poder observar que sitio en particular es diferente se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, con la cual se puede observar cuales son los sitios más diferentes en este rango (Fig.6)

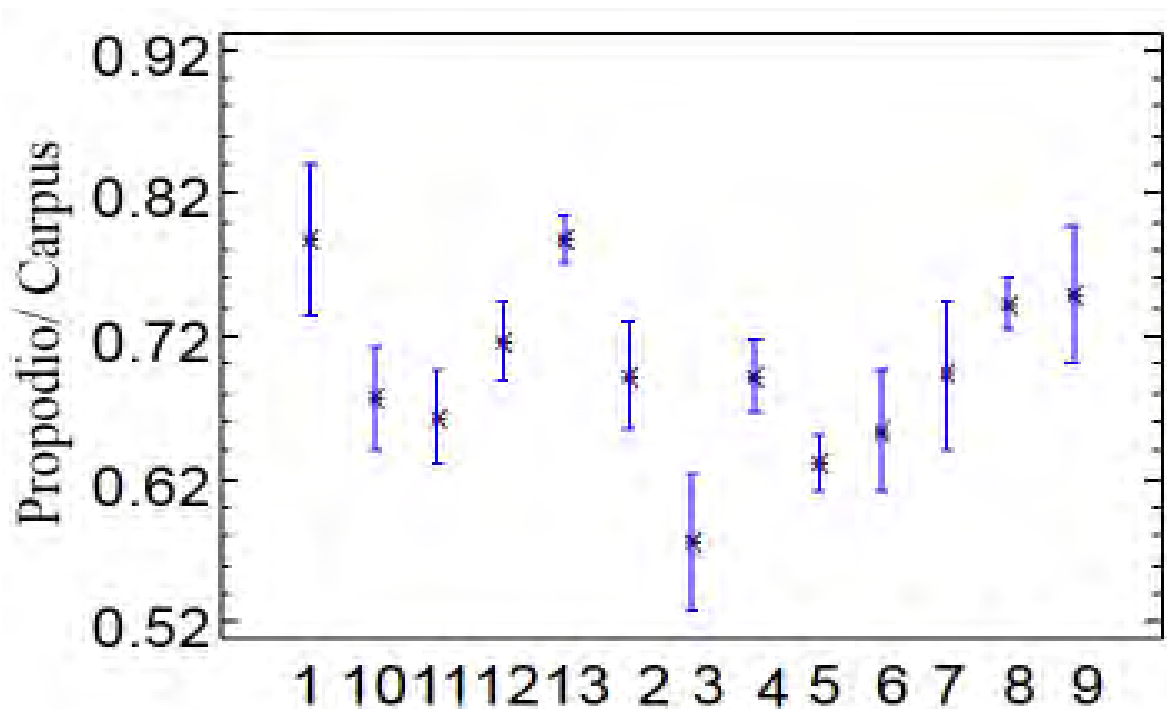


Fig. 6 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de las proporciones Propodio/Carpus del primer pereiópodo. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla VII) es Arroyo Santa Ana (1) y Suclumpa (13) en las proporciones más altas y Sótano de Lucha (3) en las proporciones más bajas, los demás sitios Chilon (10), Nueva Esperanza (11), Limonar(12), Balneario Agua Blanca (2), Palenque Michotal (4), Entrada Misol-Ha (5), Arroyo Teapa (6), Gruta de Cocona (7), Palenque Baños (8) y Piedron (9) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla VII Comparación de los promedios de la proporción Propodio/Carpus del primer pereiópodo cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 9.79781$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	0.786789
10) Chilon	0.676908
11) Nueva Esperanza	0.663581
12) Limonar	0.716049
13) Suclumpa	0.786946
2) Balneario Agua Blanca	0.692392
3) Sótano de Lucha	0.575507
4) Palenque Michotal	0.692075
5) Entrada Misol-Ha	0.630834
6) Arroyo Teapa	0.653775
7) Gruta de Cocona	0.692603
8) Palenque Baños	0.742261
9) Piedron	0.748446

Propodio/Dactilo

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Propodio/Dactil del primer pereiópodo se utilizó el procedimiento de ANOVA ($F=1.61162$; $P<0.05$), lo cual demostró que para esta proporción en particular no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias con una confianza del 95%. Se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, en la cual se puede observar que no hay diferencias entre sitios (Fig.7)

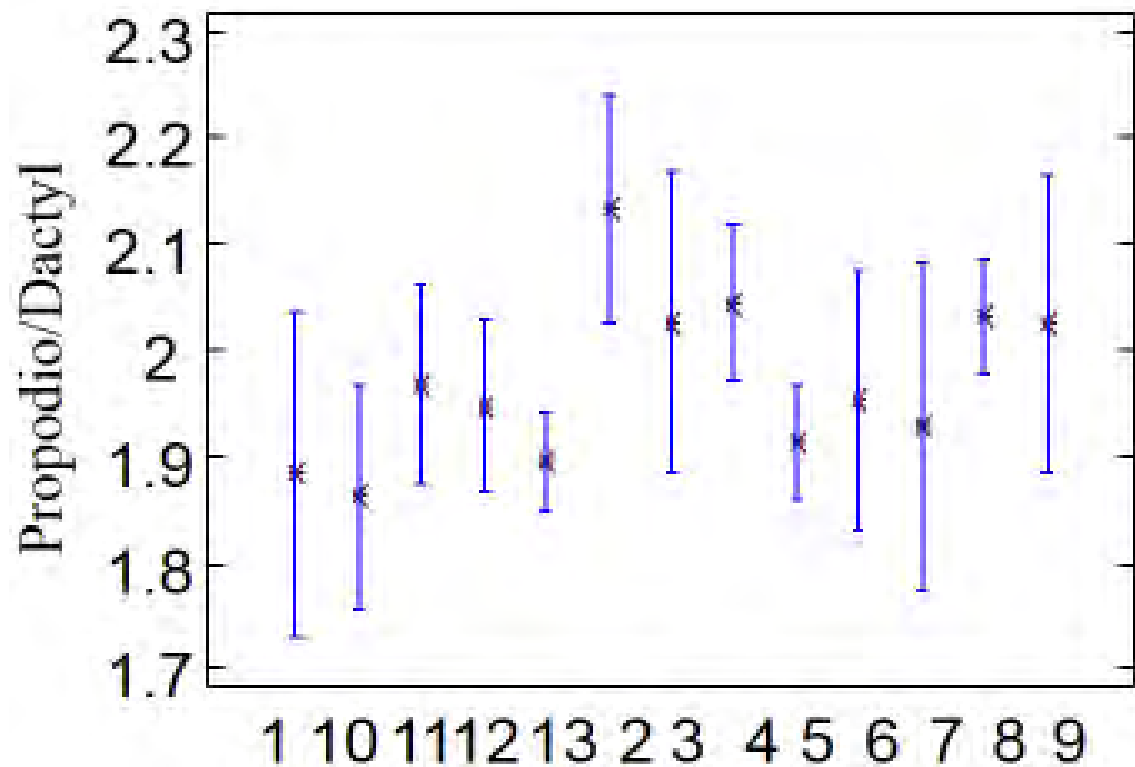


Fig. 7 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de las proporciones Propodio/Dactyl del primer pereiópodo. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla VIII) es Balneario Agua Blanca (2) en las proporciones más altas y Chilon (10) en las proporciones más bajas, los demás sitios Arroyo Santa Ana (1), Nueva Esperanza (11), Limonar (12), Suclumpa (13), Sótano de Lucha (3), Palenque Michotal (4), Entrada Misol-Ha (5), Arroyo Teapa (6), Gruta de

Cocona (7), Palenque Baños (8) y Piedron (9) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla VIII Comparación de los promedios de la proporción Propodio/Dactyl del primer pereiópodo cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 1.61162$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	1.88345
10) Chilon	1.86159
11) Nueva Esperanza	1.96787
12) Limonar	1.9478
13) Suclumpa	1.89423
2) Balneario Agua Blanca	2.13331
3) Sótano de Lucha	2.02673
4) Palenque Michotal	2.04491
5) Entrada Misol-Ha	1.91321
6) Arroyo Teapa	1.95379
7) Gruta de Cocona	1.928
8) Palenque Baños	2.03105
9) Piedron	2.02542

ANALISIS DE ANOVA DEL SEGUNDO PEREIÓPODO

Largo/Ancho Palma

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Largo/Ancho Palma del segundo pereiópodo realizadas se utilizó el procedimiento de ANOVAS ($F= 15.8196$, $P<0.05$), la cual demostró que para esta proporción en particular si existen diferencias estadísticamente significativas con una confianza de 95%. Para poder observar que sitios en particular es diferente se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, con la cual se puede observar cuales son los sitios más diferentes en este rango (Fig.8).

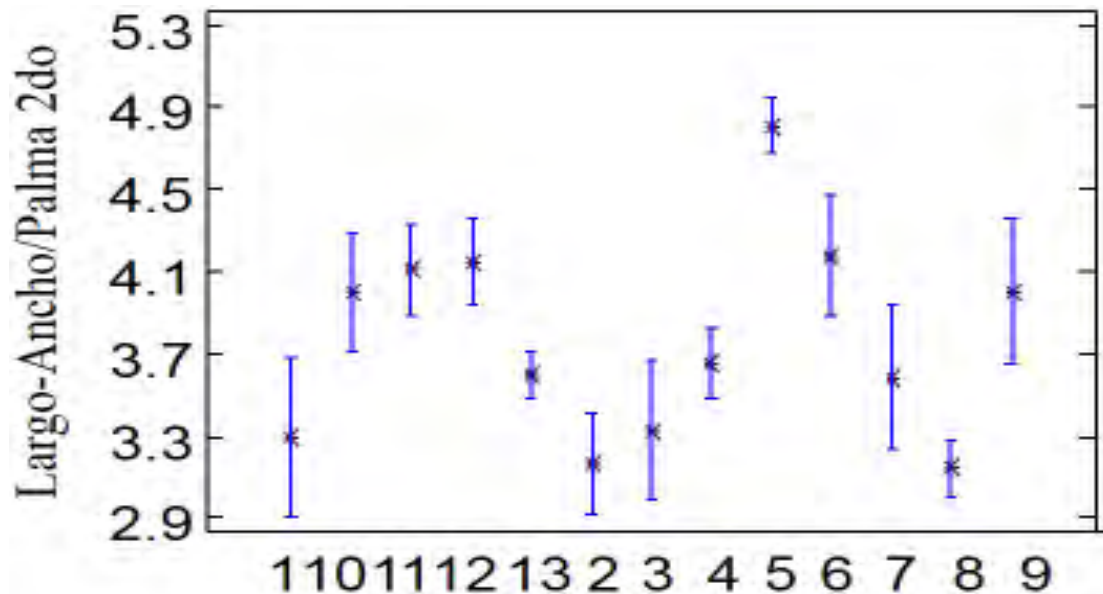


Fig. 8 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de las proporciones Largo/Ancho Palma del segundo pereiópodo. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla IX) es Entrada Misol-Ha (5) en las proporciones más altas y Palenque Baños (8) en las proporciones más bajas, los demás sitios Arroyo Santa Ana (1), Chilon (10), Nueva Esperanza (11), Limonar (12), Suclumpa (13), Balneario Agua Blanca (2), Sótano de Lucha (3), Palenque Michotal (4), Arroyo

Teapa (6), Gruta de Cocona (7) y Piedron (9) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla IX Comparación de los promedios de la proporción Largo/Ancho Palma del segundo pereiópodo cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 15.8196$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	3.29322
10) Chilon	4.00318
11) Nueva Esperanza	4.10974
12) Limonar	4.14981
13) Suclumpa	3.59155
2) Balneario Agua Blanca	3.16602
3) Sótano de Lucha	3.32612
4) Palenque Michotal	3.65376
5) Entrada Misol-Ha	4.81176
6) Arroyo Teapa	4.17857
7) Gruta de Cocona	3.58436
8) Palenque Baños	3.14641
9) Piedron	4.00075

Carpus/Merus

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Carpus/Merus del segundo pereiópodo se utilizó el procedimiento de ANOVA ($F=11.5273$, $P<0.05$), la cual demostró que para esta proporción en particular si existen diferencias estadísticamente significativas con una confianza de 95%. Para poder observar que sitios en particular es diferente se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, con la cual se puede observar cuales son los sitios más diferentes en este rango (Fig.9).

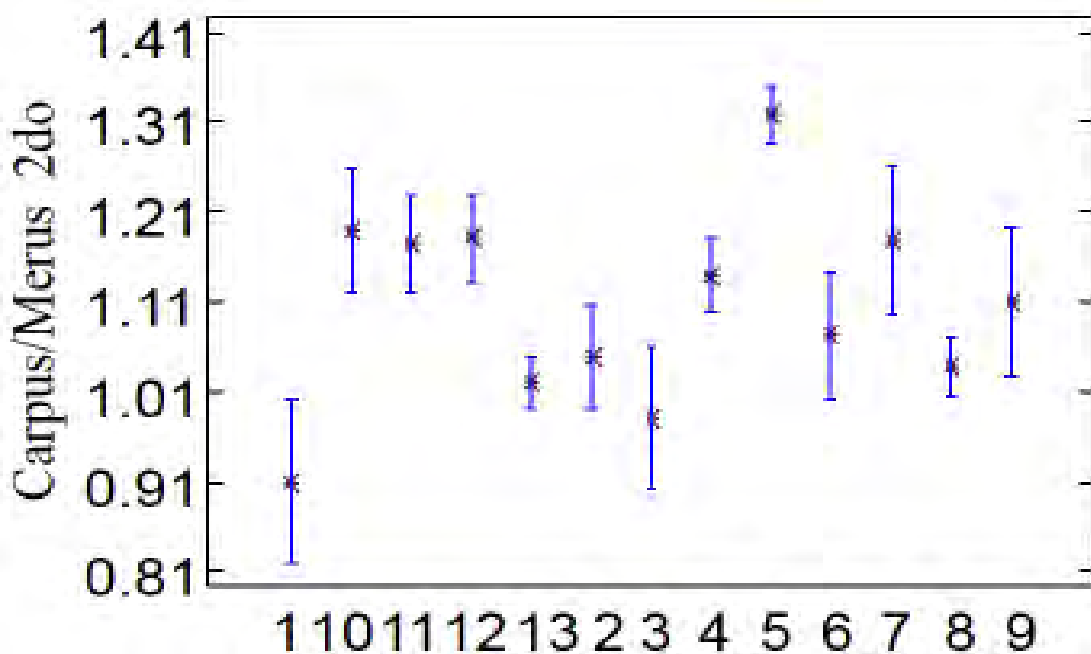


Fig. 9 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de las proporciones Carpus/Merus del segundo pereiópodo. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla X) Entrada Misol-Ha (5) en las proporciones más altas y Arroyo Santa Ana (1) en las proporciones más bajas, los demás sitios Chilon (10), Nueva Esperanza (11), Limonar(12), Suclumpa (13), Balneario Agua Blanca (2), Sótano de Lucha (3), Palenque Michotal (4), Arroyo Teapa (6), Gruta de

Cocona (7), Palenque Baños (8) y Piedron (9) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla X Comparación de los promedios de la proporción Carpus/Merus del segundo pereiópodo cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 11.5273$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	0.910069
10) Chilon	1.18918
11) Nueva Esperanza	1.17494
12) Limonar	1.18074
13) Suclumpa	1.01985
2) Balneario Agua Blanca	1.04957
3) Sótano de Lucha	0.979926
4) Palenque Michotal	1.14025
5) Entrada Misol-Ha	1.32003
6) Arroyo Teapa	1.07371
7) Gruta de Cocona	1.17698
8) Palenque Baños	1.0387
9) Piedron	1.11124

Merus/Isquio

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Merus/Isquio del segundo pereiópodo se utilizó el procedimiento de ANOVA, ($F=7.56182$, $P<0.05$), lo cual demostró que para esta proporción en particular si existen diferencias estadísticamente significativas con una confianza de 95%. Para poder observar que sitios en particular es diferente se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, con la cual se puede observar cuales son los sitios más diferentes en este rango (Fig.10).

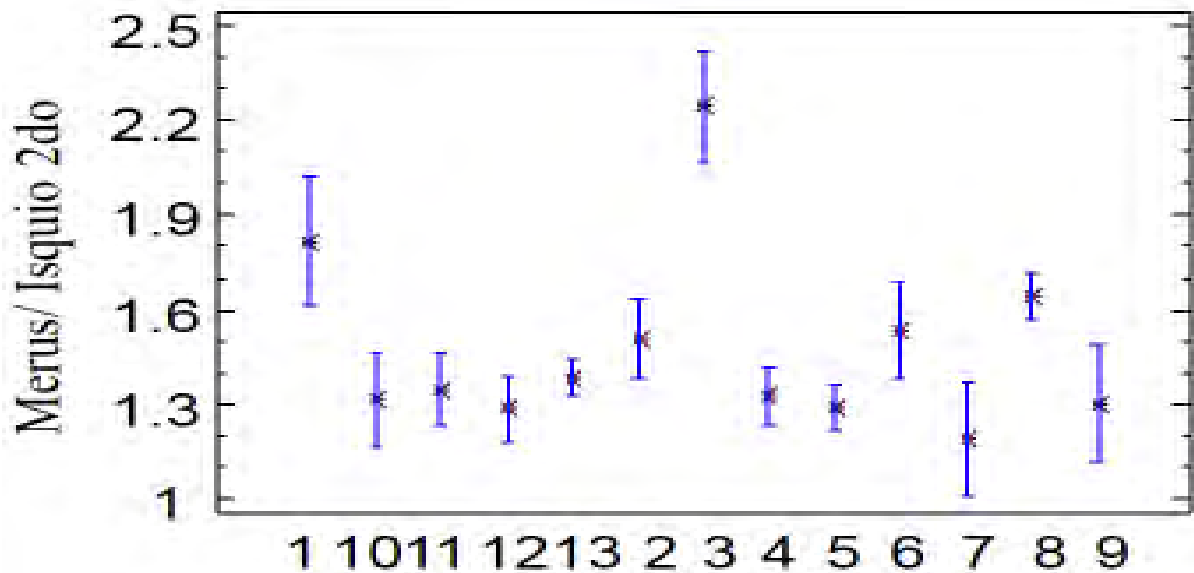


Fig. 10 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de las proporciones Merus/Isquio del segundo pereiópodo. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla XI) es Sótano de Lucha (3) en las proporciones más altas y Gruta de Cocona (7) en las proporciones más bajas, los demás sitios Arroyo Santa Ana (1), Chilon (10), Nueva Esperanza (11), Limonar(12), Suclumpa (13), Balneario Agua Blanca (2), Palenque Michotal (4), Entrada Misol-Ha (5), Arroyo Teapa (6), Gruta de Cocona (7), Palenque Baños (8) y Piedron (9) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla XI Comparación de los promedios de la proporción Merus/Isquio del segundo pereiópodo cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 7.56182$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	1.81429
10) Chilon	1.31628
11) Nueva Esperanza	1.34724
12) Limonar	1.28761
13) Suclumpa	1.38405
2) Balneario Agua Blanca	1.50531
3) Sótano de Lucha	2.24217
4) Palenque Michotal	1.32728
5) Entrada Misol-Ha	1.28798
6) Arroyo Teapa	1.53745
7) Gruta de Cocona	1.19035
8) Palenque Baños	1.64433
9) Piedron	1.30384

Propodio/Carpus

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Propodio/Carpus del segundo pereiópodo, se utilizó el procedimiento de ANOVA ($F=50.4262$, $P<0.05$), lo cual demostró que para esta proporción en particular si existen diferencias estadísticamente significativas con una confianza de 95%. Para poder observar que sitios en particular es diferente se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, con la cual se puede observar cuales son los sitios más diferentes en este rango (Fig.11).

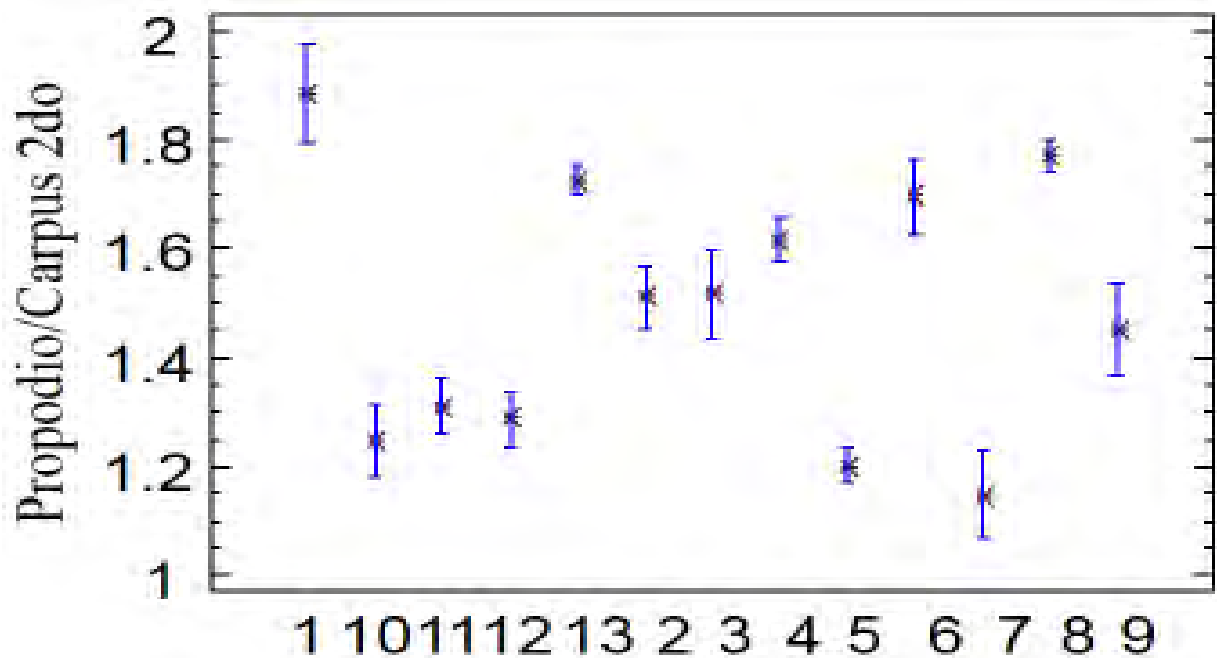


Fig. 11 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de las proporciones Propodio/Carpus del segundo pereiópodo. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla XII) es Arroyo Santa Ana (1) en las proporciones más altas y Gruta de Cocona (7) en las proporciones más bajas, los demás sitios Chilon (10), Nueva Esperanza (11), Limonar(12), Suclumpa (13), Balneario Agua Blanca (2), Sótano de Lucha (3), Palenque Michotal (4), Entrada Misol-Ha (5), Arroyo Teapa (6), Palenque Baños (8) y Piedron (9) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla XII Comparación de los promedios de la proporción Propodio/Carpus del segundo pereiópodo cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 50.4262$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	1.88384
10) Chilon	1.24683
11) Nueva Esperanza	1.30954
12) Limonar	1.28705
13) Suclumpa	1.72286
2) Balneario Agua Blanca	1.51068
3) Sótano de Lucha	1.51514
4) Palenque Michotal	1.61605
5) Entrada Misol-Ha	1.20154
6) Arroyo Teapa	1.69678
7) Gruta de Cocona	1.14858
8) Palenque Baños	1.76917
9) Piedron	1.45078

Propodio/Dactilo

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Propodio/Dactilo del segundo pereiópodo se utilizó el procedimiento de ANOVA ($F=6.32895$, $P<0.05$), lo cual demostró que para esta proporción en particular si existen diferencias estadísticamente significativas con una confianza de 95%. Para poder observar que sitios en particular es diferente se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, con la cual se puede observar cuales son los sitios más diferentes en este rango (Fig.12).

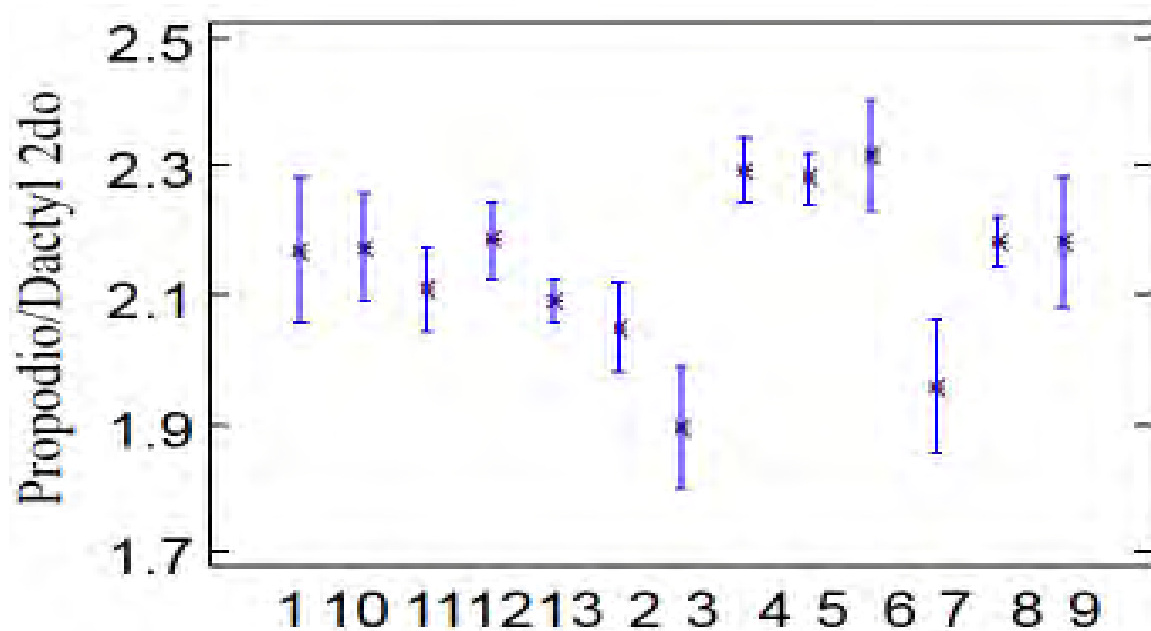


Fig. 12 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de las proporciones Propodio/Dactyl del segundo pereiópodo. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla XIII) es Arroyo Teapa (6) en las proporciones más altas y Sótano de Lucha (3) en las proporciones más bajas, los demás sitios Arroyo Santa Ana (1), Chilon (10), Nueva Esperanza (11), Limonar(12), Suclumpa (13), Balneario Agua Blanca (2), Palenque Michotal (4), Entrada Misol-Ha (5), Gruta de

Cocona (7), Palenque Baños (8) y Piedron (9) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla XIII Comparación de los promedios de la proporción Propodio/Dactyl del segundo pereiópodo cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 6.32895$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	2.16768
10) Chilon	2.17403
11) Nueva Esperanza	2.10861
12) Limonar	2.1857
13) Suclumpa	2.08965
2) Balneario Agua Blanca	2.04788
3) Sótano de Lucha	1.89555
4) Palenque Michotal	2.29279
5) Entrada Misol-Ha	2.28124
6) Arroyo Teapa	2.31691
7) Gruta de Cocona	1.95813
8) Palenque Baños	2.18313
9) Piedron	2.18137

ANALISIS DE ANOVAS LARGO/ANCHO ESCAMA Y TELSON/SEXTO.

Largo/Ancho Escama antenal

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Largo/Ancho Escama Antenal se utilizó el procedimiento de ANOVA ($F=2.08561$, $P<0.05$), lo cual demostró que para esta proporción en particular si existen diferencias estadísticamente significativas con una confianza de 95%. Para poder observar que sitios en particular es diferente se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, con la que se puede observar cuales son los sitios más diferentes en este rango (Fig.13).

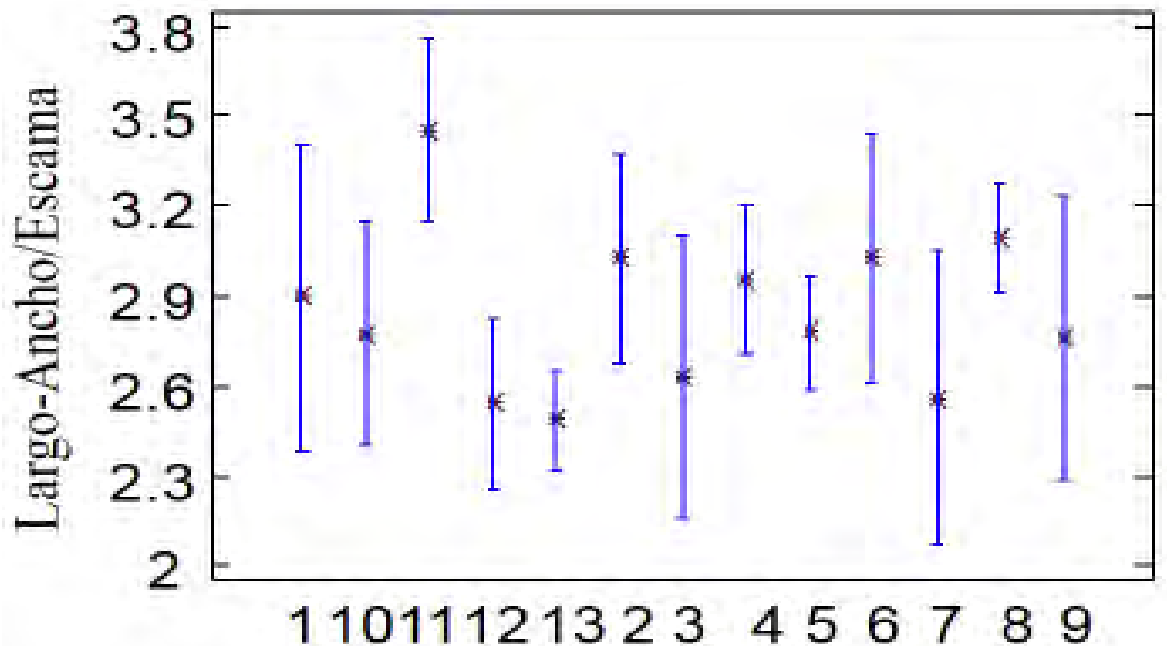


Fig. 13 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de la proporción Largo/Ancho Escama antenal. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla XIV) es Nueva Esperanza (11) en las proporciones más altas y Suclumpa (13) en las proporciones más bajas, los demás sitios Arroyo Santa Ana (1), Chilon (10), Limonar(12), Balneario Agua Blanca (2), Sótano de Lucha (3), Palenque Michotal (4), Entrada Misol-Ha (5), Arroyo Teapa (6), Gruta de

Cocona (7), Palenque Baños (8) y Piedron (9) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla XIV Comparación de los promedios de la proporción Largo/Ancho Escama cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 2.08561$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	2.895
10) Chilon	2.77467
11) Nueva Esperanza	3.45522
12) Limonar	2.53834
13) Suclumpa	2.48474
2) Balneario Agua Blanca	3.0276
3) Sótano de Lucha	2.63295
4) Palenque Michotal	2.94994
5) Entrada Misol-Ha	2.77746
6) Arroyo Teapa	3.02445
7) Gruta de Cocona	2.55876
8) Palenque Baños	3.09314
9) Piedron	2.76058

Telson/Sexto Somite

Para el análisis de la comparación entre las medias de la proporción Telson/Sexto Somite se utilizó el procedimiento de ANOVA ($F=3.10214$, $P<0.05$), lo que demostró que para esta proporción en particular si existen diferencias estadísticamente significativas con una confianza de 95%. Para poder observar que sitios en particular es diferente se utilizó la prueba de Rangos Múltiples, con la que se puede observar cuales son los sitios más diferentes en este rango (Fig.14).

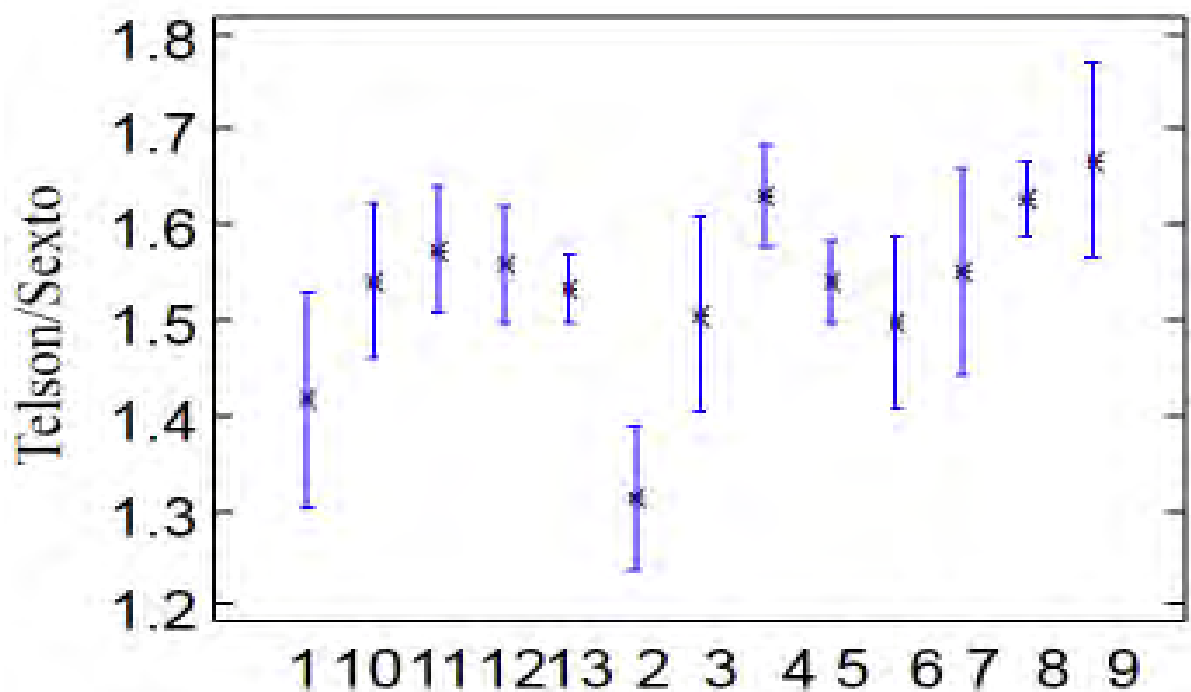


Fig. 14 Comparación de medias e intervalos de Fisher LSD AL 95% para la variabilidad de la proporción Telson/Sexto. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

El sitio que más se diferencia de los demás (tabla XV) es Piedron (9) en las proporciones más altas y Balneario Agua Blanca (2) en las proporciones más bajas, los demás sitios Arroyo Santa Ana (1), Chilon (10), Nueva Esperanza (11), Limonar(12), Suclumpa (13), Sótano de Lucha (3), Palenque Michotal (4), Entrada Misol-Ha (5), Arroyo Teapa (6),

Gruta de Cocona (7) y Palenque Baños (8) no presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla XV Comparación de los promedios de la proporción Telson/Sexto cuando el valor de $P < 0.05$ y $F = 3.10214$ obtenido a través de la prueba de rangos múltiples.

Sitio	Promedio
1) Arroyo Santa Ana	1.41568
10) Chilon	1.5413
11) Nueva Esperanza	1.57367
12) Limonar	1.55813
13) Suclumpa	1.53166
2) Balneario Agua Blanca	1.31371
3) Sótano de Lucha	1.5054
4) Palenque Michotal	1.63067
5) Entrada Misol-Ha	1.5398
6) Arroyo Teapa	1.49668
7) Gruta de Cocona	1.54993
8) Palenque Baños	1.62605
9) Piedron	1.66739

DENDROGRAMA CON TODAS LAS PROPORCIONES DEL PRIMERO Y SEGUNDO PEREIOPODO Y DENDROGRAMA SIN LAS PROPORCIONES DEL PRIMER PEREIOPODO.

El dendrograma de la fig.15 representa el primer método descrito y resultan cinco grupos que se conforman de la siguiente manera:

- Está compuesto por dos localidades Arroyo de Santa Ana (1) y Suclumpa (13).
- Está compuesto por dos Palenque Michotal (4) y Arroyo Teapa (6)
- Está compuesto por dos localidades Palenque Baños (8), Nueva Esperanza (11), ,
- Está compuesto por Piedron (9).
- Está compuesto por dos Chilon (10) y Limonar (12).
- Está compuesto por dos localidades Entrada Misol-Ha (5) y Gruta de Cocona (7).
- Está compuesto por dos localidades (Balneario Agua Blanca (2) y Sótano de Lucha (3)).

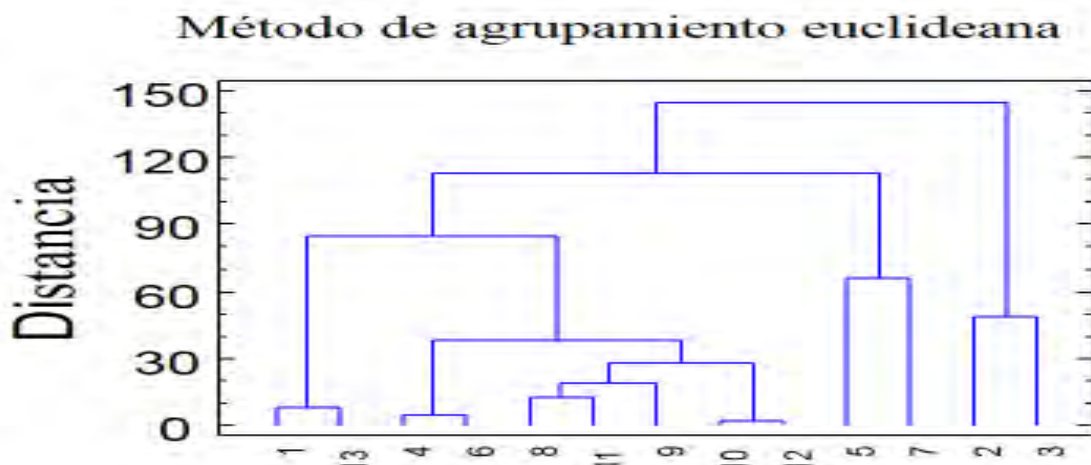


Fig.15 Agrupamiento de los sitios de muestreo de acuerdo a todas las proporciones del primer y segundo pereiópodo con los datos estandarizados. 1) Arroyo Santa Ana; 2) Balneario Agua Blanca; 3) Sótano de la Lucha; 4) Palenque Michotal; 5) Entrada Misol-ha; 6) Arroyo Teapa; 7) Gruta de Coconá; 8) Palenque Baños; 9) El Piedron; 10) Chilon; 11) Nueva Esperanza; 12) Limonar y 13) Suclumpa.

ANÁLISIS DE MICROFOTOGRAFÍAS

En este análisis se observa 13 micrografías del apéndice masculino (A/M) y apéndice interno (A/I) en la cual se puede observar diferencias en las espinas del cincinuli y las proporciones del apéndice masculino. Las poblaciones que tienen una mayor diferencia en el número de espinas del apéndice masculino es Nueva Esperanza (fig. 22: A-C), por otra parte Balneario agua blanca (fig. 17:A-C), Palenque Michotal (fig.17 D-F), Arroyo Teapa (fig. 18: D-F) y Palenque baños (fig. 18: A-C), tienen la misma cantidad de pares del cincinuli. Arroyo Santa Ana (fig. 21: D-F) y Piedron (fig. 23: A-C) por su parte forma otro grupo diferente, al igual que Sótano de lucha (fig. 19: D-F) y Chilon (fig. 23: D-F) y, finalmente, Entrada Misol-Ha (fig.20: A-C), Gruta de cocona (fig. 19: A-C) y Suclumpa (fig. 21: A-C) son diferentes entre sí y de los demás.

Para las proporciones entre el apéndice masculino y apéndice interno Arroyo santa Ana (fig. 21: D-F), Balneario agua blanca (fig. 17:A-C), Sótano de lucha (fig. 19: D-F), Palenque Michotal (fig.17: D-F), Entrada Misol-Ha (fig.20: A-C), Arroyo Teapa (fig. 18: D-F), Gruta de cocona (fig. 19: A-C), Palenque baños (fig. 18: A-C), Piedron(fig. 23: A-C), Chilon(fig. 23: D-F), Nueva esperanza(fig. 22:A-C) y Suclumpa(fig. 21: A-C), estas poblaciones son diferentes entre sí, aunque para la proporción más alta es la población Suclumpa y la de menor proporción es la población Arroyo santa Ana. Cabe mencionar que la población peña limonar no se obtuvieron datos por la dificultad de la imagen que se le tomo.

Para los cantidades del cincinuli y las proporciones véase (Tabla XVI)

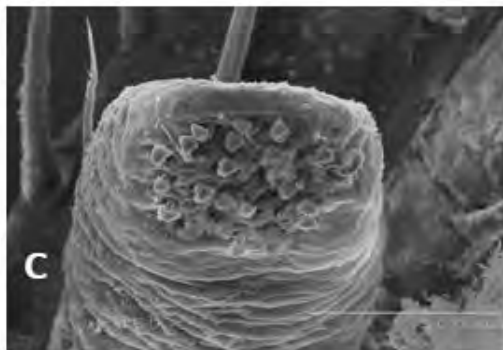
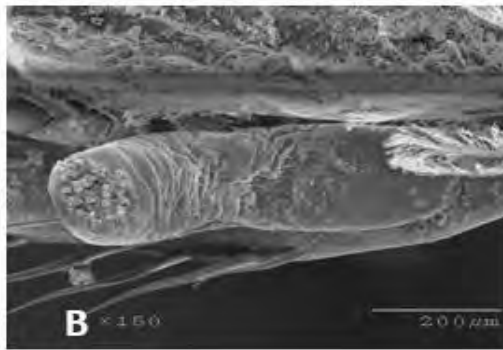
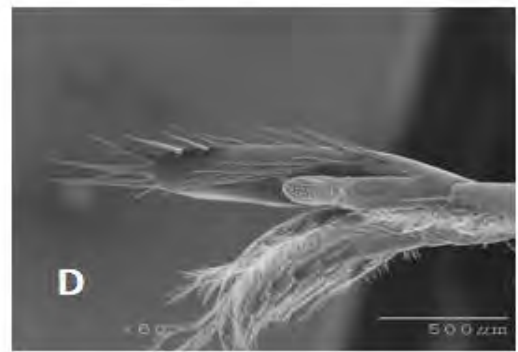
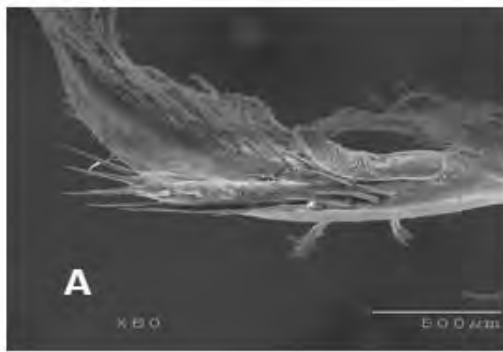


Fig.17 Micrografías del apéndice masculina y apéndice interno de un macho adulto de las poblaciones: Balneario Agua Blanca (A-C) y Michotal (D-F).

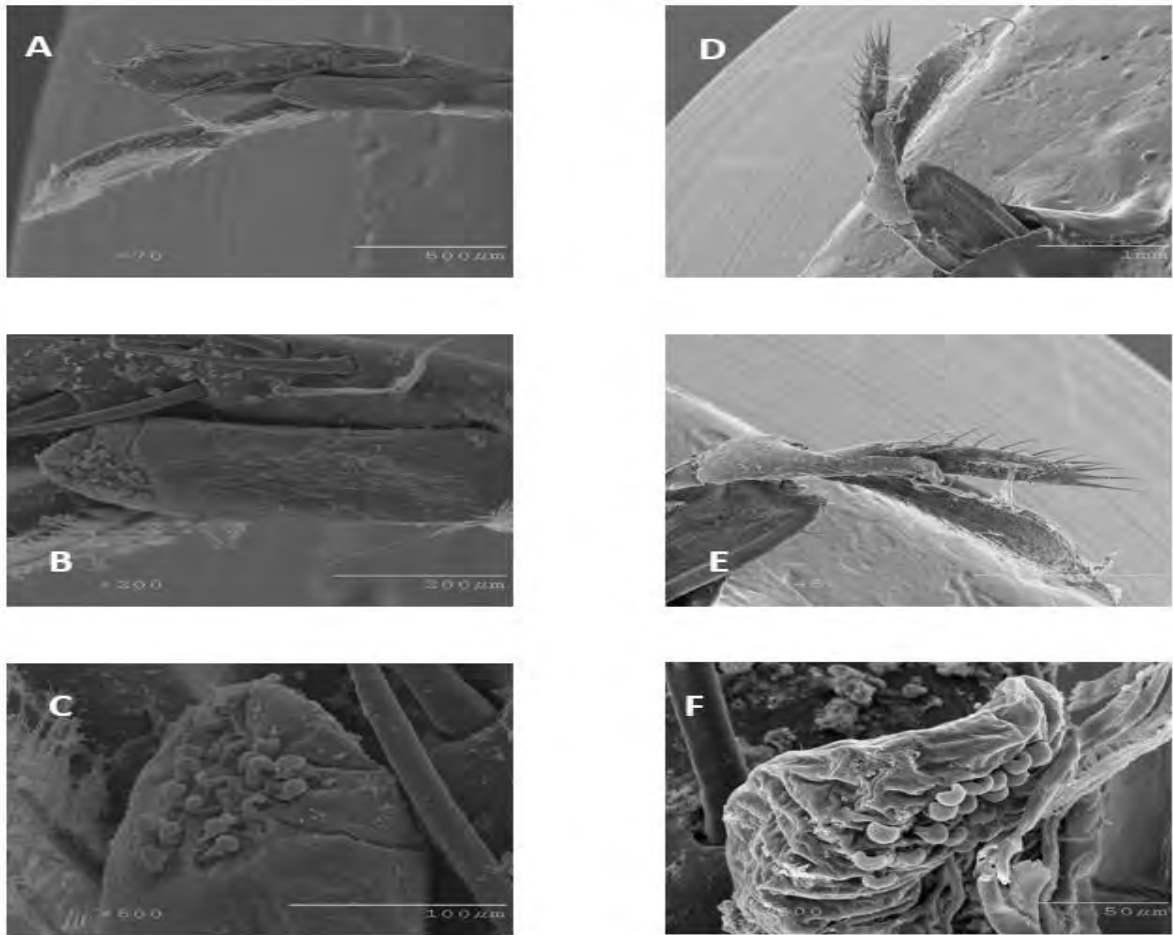


Fig.-18 Micrografías del apéndice masculina y apéndice interno de un macho adulto de las poblaciones: Palenque baños (A-C) y Arroyo teapa (D-F).

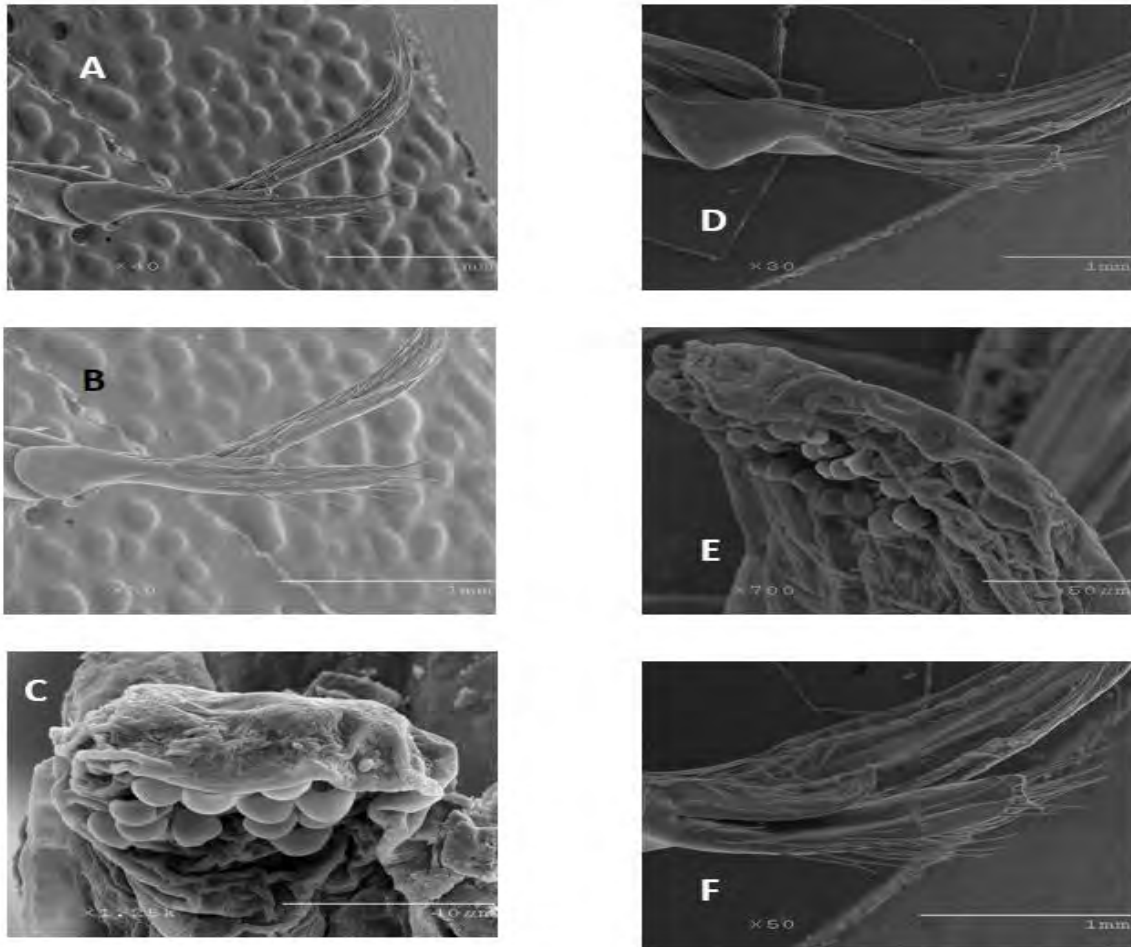


Fig.-19 Micrografías del apéndice masculina y apéndice interno de un macho adulto de las poblaciones: *Macrobrachium acherontium* Grutas de Cocona (A-C) y *Macrobrachium sbordonii* Sótano de Lucha (D-F).

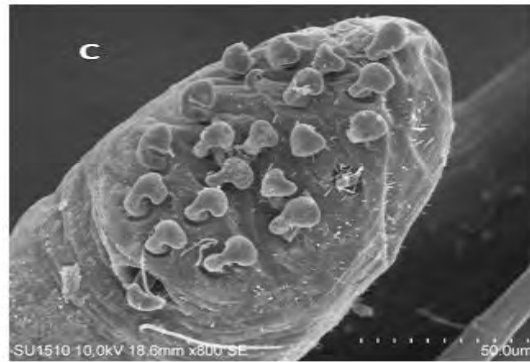


Fig.-20 Micrografías del apéndice masculina y apéndice interno de un macho adulto de las poblaciones: Misol-Ha (A-C).

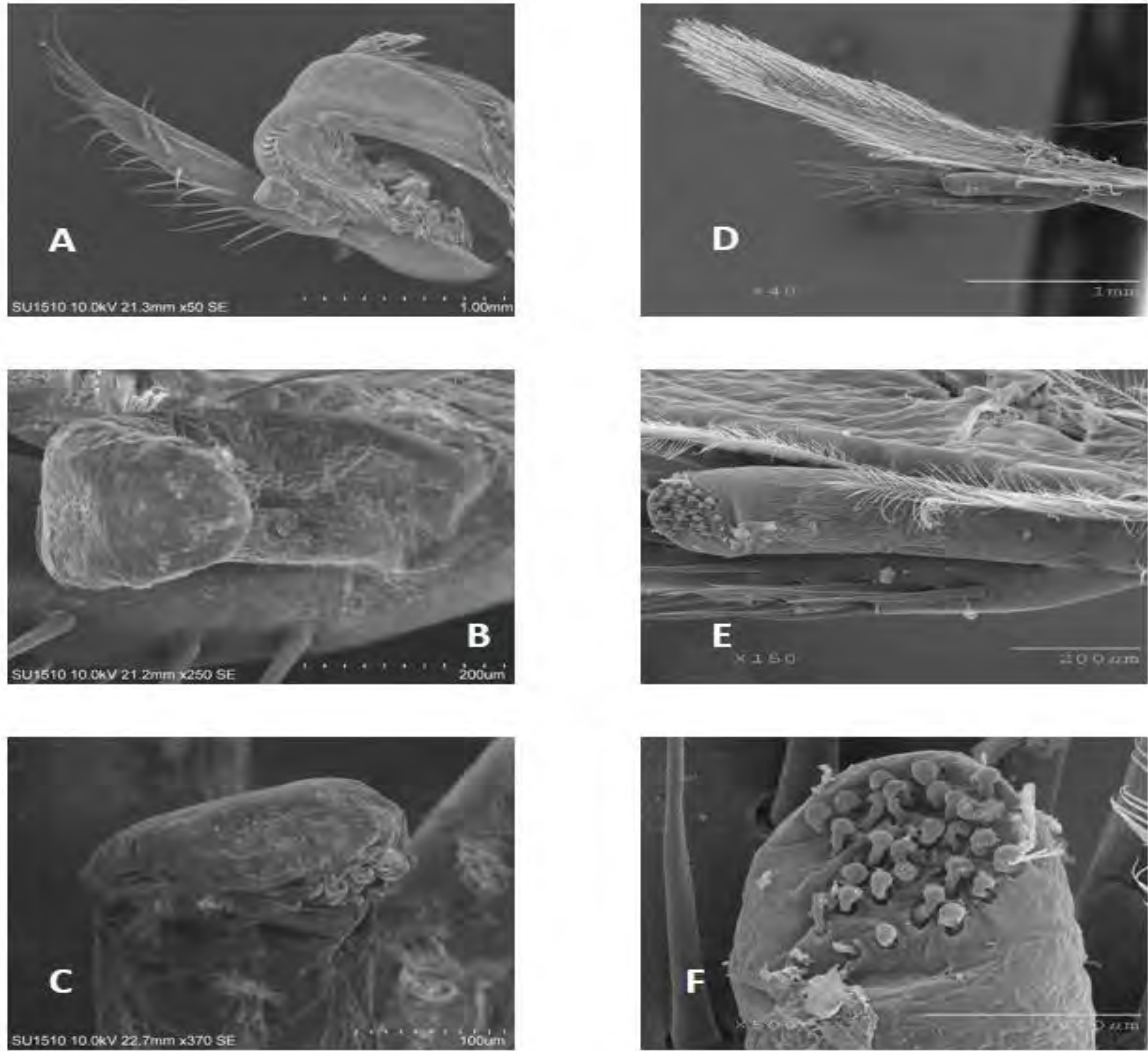


Fig.-21 Micrografías del apéndice masculina y apéndice interno de un macho adulto de las poblaciones: Suclumpa (A-C) y Arroyo Santa Ana (D-F).

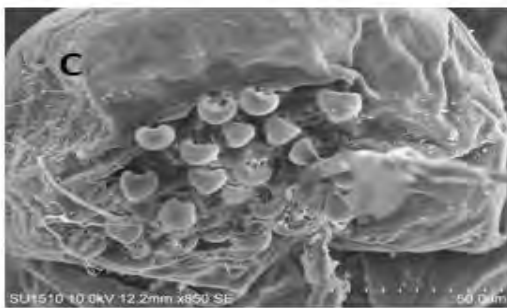


Fig.-22 Micrografías del apéndice masculina y apéndice interno de un macho adulto de las poblaciones: Nueva Esperanza (A-C) y Peña Limonar (D-E)

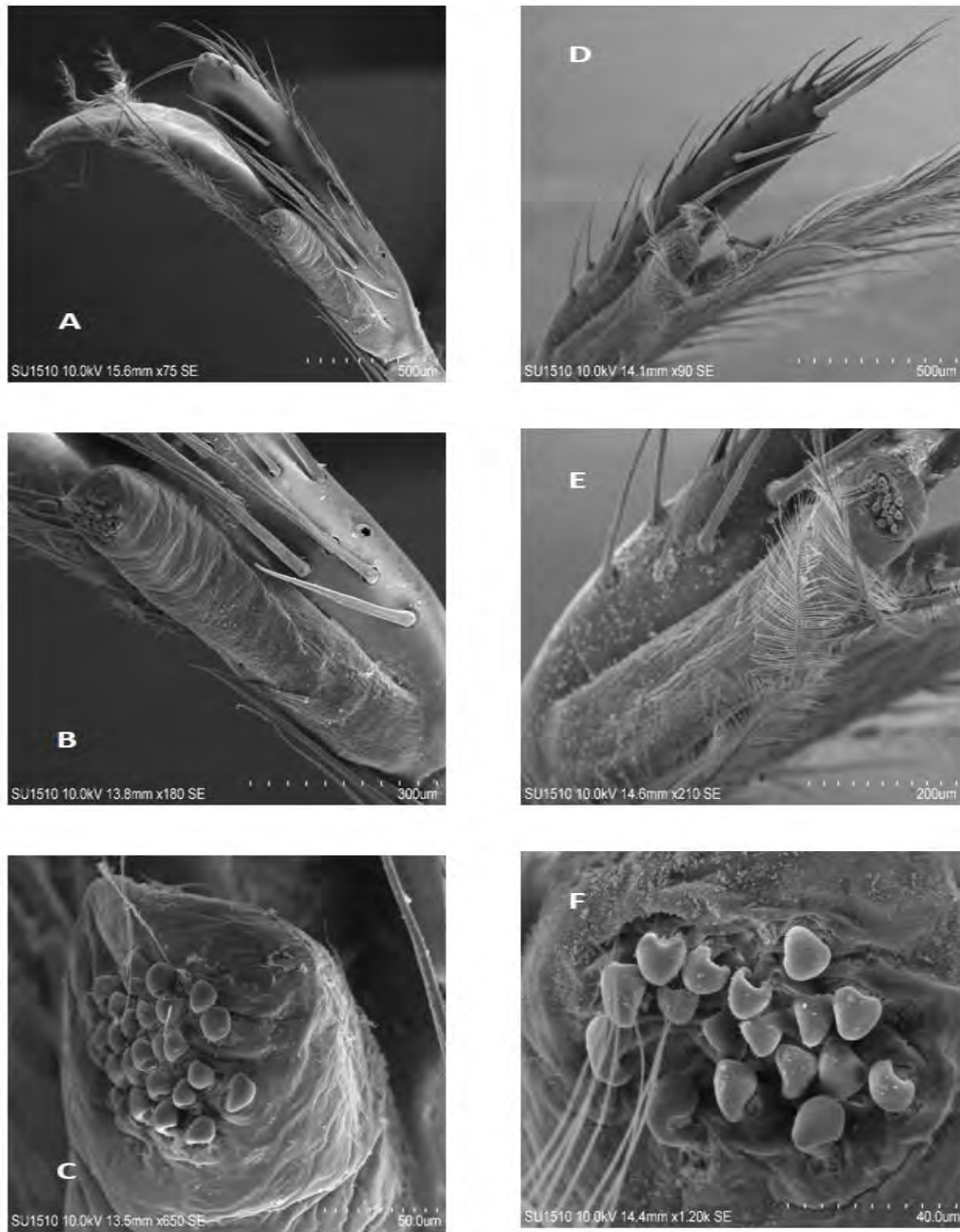


Fig.-23 Micrografías del apéndice masculina y apéndice interno de un macho adulto de las poblaciones: Piedron (A-C) y Chilon (D-F).

Comparación morfológica en langostinos del género *Macrobrachium* con desarrollo larval abreviado en la cuenca del río Grijalva

Tabla XVI.- Comparación de la proporción apéndice masculina (AM) y apéndice interna (AI) así como el número de espinas en los segundos pleópodos de los machos adultos.

Población	AM/AI	Número de espinas
Arroyo Santa Ana	1.33	11 pares
Balneario Agua Blanca	2.35	10 pares
Sótano de Lucha	1.74	12 pares
Palenque Michotal	2.57	10 pares
Entrada Misol-Ha	1.67	7 pares
Arroyo Teapa	2.24	10 pares
Gruta de Cocona	2.67	8 pares
Palenque Baños	1.89	10 pares
Piedron	1.85	11 pares
Chilon	2	12 pares
Nueva Esperanza	1.93	17 pares
Limonar		
Suclumpa	3.26	13 pares

Discusión

De acuerdo a los resultados de la colecta de las 14 poblaciones registradas en la cuenca del río Grijalva solo trece tuvieron datos que permitieron un análisis cuantitativo, pues se logró contar con más de 30 organismos como un mínimo. Entre otros grupos, hay dos analizados de las cuales ya han sido previamente identificados y que son de ambientes cavernícolas (Mejía-Ortiz et al., 2008). En total, se distinguen morfológicamente nueve poblaciones que tienen características diferentes entre sí, las cuales son: el primer pereiópodo y el segundo pereiópodo, además de que se tomó en cuenta el cefalotórax, rostro, abdomen, telson, sexto y antena. En los que respecta al rostro la más frecuente de sus espinas fue de 9(3)2 y la de menor frecuencia es 10(2)1. Es importante mencionar que todas las poblaciones cumplen con pertenecer al grupo con desarrollo larval abreviado.

El análisis de la micrografía midió el apéndice masculino y el apéndice interno (A/M y A/I), también se contó los pares de las espinas del A/M (véase la tabla XIV), de las cuales las poblaciones Arroyo Santa Ana, Piedron, Balneario Agua Blanca, Palenque Michotal, Arroyo Teapa, Palenque Baños, Sótano de Lucha, Chilon, Gruta de Cocona y limonar, tienen una similitud en comparación con lo reportado en Mejía-Ortiz y Lopez-Mejia (2011), aunque en algunas poblaciones como Entrada Misol-Ha, Nueva Esperanza, Suclumpa son diferentes entre los reportados. La población Sótano de lucha (*M. sbordonii*), ya identificada, tiene las espinas similares a lo reportado en Mejía-Ortiz *et al*, (2008). Otros autores han reportado trabajos similares en las espinas, de las cuales van desde 18 espinas hasta 13 pares (Perera-Pech, 2014; Tejeda-Mazariegos y Mejía-Ortiz 20015). Estas diferencias son de las espinas del apéndice masculino y en las proporciones tiene una similitud en todas poblaciones, excepto en Suclumpa con una proporción de 3.26 y 2, 2.24, 2.35, 2.57 y 2.67 en las poblaciones Chilon, arroyo Teapa, Balneario Agua Blanca, Palenque Misol-ha y Grutas de Cocona, sucesivamente.

En cuanto a la variedad morfológica, la diversidad del género *Macrobrachium* en México y el Caribe es de 13 especies y, en total, para América es de 31 especies con desarrollo larval

abreviado reportadas hasta el momento; por lo que se han descrito las siguientes especies: *Macrobrachium oaxacae*, *Macrobrachium cosolapaense*, *Macrobrachium jacatepecense* y *Macrobrachium mazatecum* Mejía-Ortiz y López-Mejía, 2011 y *Macrobrachium totonacum* Mejía, Álvarez y Hartnoll, 2003 *Macrobrachium villalobosi* Hobbs, 1973 para la cuenca del Papaloapan 2011; de igual forma para la cuenca de Catemaco se reportó *Macrobrachium tuxtlaense*, Alvarez y Villalobos, 1999, mientras que *Macrobrachium vicconi* Román, Ortega y Mejía, 2000 fue reportada para la Cuenca del Usumacinta y *Macrobrachium acherontium* Holthuis 1977 y *Macrobrachium sbordonii* Mejia, Baldari y López 2008 para la cuenca del Grijalva. *Macrobrachium catonium* Hobbs y Hobbs, 1995.

En el norte de Sudamérica se encuentran las especies: *Macrobrachium aracamuni* Rodríguez, 1982, *Macrobrachium ferreirai*, Kensley y Walker, 1982 *Macrobrachium jelski*, Miers, 1877, *Macrobrachium nattereri*, Héller, 1862, *Macrobrachium depressimanum*, Pereira, 1993. Para el sureste río de plata y la septentrional de América del sur se reportan; *Macrobrachium brasiliense*, Héller, 1862, *Macrobrachium borellii*, Nobili, 1896, *Macrobrachium iheringi*, Ortmann, 1898.

En el Sudeste de Brasil hay reportada, *Macrobrachium potiuna*, Muller, 1880. *Macrobrachium amazonicum*, Héller, 1862. *Macrobrachium atabapense*, Pereira, 1986. *Macrobrachium cortezi*, Rodríguez, 1982. *Macrobrachium dierytrum*, Pereira, 1986. *Macrobrachium inpa*, Kensey y Walker, 1982. *Macrobrachium pectinatum* Pereira, 1986. *Macrobrachium pumilum*, Pereira, 1986. *Macrobrachium, quelchi*, De Man, 1900. *Macrobrachium reyesi*, Pereira, 1986. *Macrobrachium, rodriguezi*, Pereira, 1986. *Macrobrachium santanderensis*, García-Pérez y Villamizar, 2009. Para Guatemala se ha reportado *Macrobrachium cemaí*, Tejeda-Mazariegos y Mejía-Ortiz, 2015.

Por otra parte, la distribución de las especies en México se encuentra en dos regiones importantes: la Neártica y Neotropical, y las coordenadas que enmarcan el territorio mexicano son 32°43'06" de latitud Norte y de 114°45' longitud Oeste, por el Sur 14°32'27" de latitud Norte y 92°13'0" longitud Oeste. Por el Oriente 118°27'24" longitud Oeste y 32°43'06" de la latitud Norte, por el Oriente 86°42'36" longitud Oeste y 21°11' de latitud Norte (INEGI, 2016), de acuerdo al rango latitudinal de *Macrobrachium* en América está se extiende a más de 8000 km desde Río de la Plata, Argentina/Uruguay (35° S), al río de

Ohio de los EE.UU. (38° N). Sin embargo, solo unas pocas especies se producen en las zonas templadas (Bowles *et al*, 2000; Bauer, 2004), esto quiere decir que las especies en México están en las condiciones óptimas para su distribución y crecimiento en la cuenca del Río Grijalva. Anger (2013) confirma que la distribución global del *Macrobrachium* ocurre en las costas del Pacífico y el Atlántico, en la cual muestra una amplia distribución para el Atlántico. La temperatura y los grandes ríos son un factor limitante. También se distribuyen en el sur, sureste y el este de Asia, así como en Australia (Jayachandran, 2001; Murphy y Austin, 2005; Anger 2013) de igual forma en las costas de África Occidental (Holtius, 1951).

En México existe una gran diversidad de langostinos del genero *Macrobrachium* con desarrollo larval abreviado por describir, aunque hay lugares donde no hay acceso para realizar las capturas por cuestiones sociales en algunas comunidades, es importante tomar muestras y comparar características a partir de los métodos utilizados en esta tesis para ampliar las ya registradas.

Conclusiones

Con el análisis morfológico se compararon nueve poblaciones de langostinos del género *Macrobrachium*; 1) Arroyo de Santa Ana y Balneario Agua Blanca, 2) Sótano de Lucha, 3) Palenque Michotal y Piedron, 4) Arroyo Teapa, 5) Suclumpa, 6) Palenque Baños y Nueva Esperanza, 7) Gruta de cocona, 8) Chilon y Limonar, 9) Entrada Misol-Ha, de las cuales dos han sido identificadas; grutas de cocona (*Macrobrachium acherontium*) y Sótano de lucha (*Macrobrachium sbordonii*), con esto se pretende realizar en un futuro los análisis de genética y biogeográfico que nos permitan para proponerlas como especies diferentes.

Las características que nos permitió comparar las poblaciones de los langostinos del genero *Macrobrachium* fueron el primer pereiópodo y el segundo pereiópodo, además de que se tomó en cuenta el cefalotórax, rostro, abdomen, telson, sexto y antena.

La diversidad de los langostinos del genero *Macrobrachium* con desarrollo larval abreviado en México, es tan amplia y poco conocida ya que no son de gran tamaño para el consumo, sin embargo son importantes para la ecología de un lugar como bioindicadores de la calidad del agua de las cuencas y subcuencas.

Literatura citada

- ALVAREZ, F., J. L. VILLALOBOS & R. ROBLES, 2002. Abbreviated larval development of *Macrobrachium tuxtlaense* Villalobos and Alvarez, 1999, reared in the laboratory. *Crustaceana*, **75**: 717-730.
- ALBERTONI, E., C. PALMA & F. ESTEVES. 2003b. Overlap of dietary niche and selectivity of three shrimp species (Crustacea, Decapoda) in a tropical coastal lagoon (Rio de Janeiro, Brazil). *Rev. Bra. Zool.*, 20(1): 395-403.
- ANGER, K. 2013. Neotropical *Macrobrachium* (Caridea: Maleomonidae): on the biology, origin, and radiation of freshwater-invading shrimp. *JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY*, 33(2), 151-183.
- BATE, C. S., 1868. On new genus, with four new species of freshwaters prawns. *Proceedings of the Biological Society of London*: 363-368.
- BRUSCA, R. C. & Brusca, G. J., 2005. *Invertebrados*, 2ª edición. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid (etc.), XXVI+1005 pp. ISBN 0-87893-097-3.
- GOMEZ-DIAZ, M. P. 2012. Costo de Oportunidad para la Sustitución de Maíz y Ganado Bovino por Bosques, en Comunidades de Huitiupan y Motozintla de Mendoza, de la Cuenca del Grijalva. Universidad Autónoma de Chiapas Facultad de Ciencias Sociales. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
- GARCIA-GUERRERO, M. U., BECERRIL-MORALES, F., VEGA-VILLASANTE, F., Y ESPINOSA-CHAURAND, L. D. 2013. Los Langostinos del Género *Macrobrachium* con Importancia Económica y Pesquera en América Latina: Conocimiento Actual, Rol Ecológico y Conservación. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 41(4): 651-675.
- HENDRICKX, M. E. S/A. Crustáceos Decápodos (Arthropoda: Crustacea Decapoda) de Aguas Profundas del Pacífico Mexicano: Lista de Especies y Material Recolectado Durante el Proyecto TALUD. P. **283-285**.
- 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.

- HOLTHUIS, L. B. 1952. A general revisión of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natantia) of the Americas, II The subfamily Palaemoninae. Allan Hancock Foundation Occasional Papers 12.396 pp. 1 figure 55 plates.
- INEGI, 2016. Estadística y geografía.
- MEJÍA-ORTÍZ, L. M. 2006. Fichas de especies de crustáceos enlistadas en la Norma Oficial Mexicana -059-SEMARNAT-2001. Universidad de Quintana Roo. **Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto CK003.** México D. F.
- MEJÍA-ORTÍZ, L. M., F. ALVAREZ, R. ROMÁN & J. A. VICCON-PALE, 2001. Fecundity and distribution of freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* in the Huitzilapan river, Veracruz, Mexico, *Crustaceana*, **74**(1): 69-77.
- MEJÍA, L., F. ÁLVAREZ & R. G. HARTNOLL, 2003. A new species of freshwater prawn, *Macrobrachium totonacum* (Decapoda: Palaemonidae), with abbreviated development from Mexico. *Crustaceana*, **76**: 77-86.
- MEJÍA-ORTÍZ, 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., R. G. HARTNOLL & M. LÓPEZ-MEJÍA, 2010. The abbreviated larval development of *Macrobrachium totonacum* Mejia, Alvarez & Hartnoll, 2003 (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. *Crustaceana*, **83**(1):1-16
- MEJÍA-ORTÍZ, L. M. & F. ÁLVAREZ. 2010. Seasonal effects on the distribution of three species of *Macrobrachium* along an altitudinal gradient. *Crustaceana*, **83**(4): 385-397.
- 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, México: Distribution and new species. *Crustaceana*, **84**(8):949-973.
- MEJIA-ORTIZ, L.M., M. LOPEZ-MEJIA., A.CHALE-CHIM., Y. PERERA-PECH., K.A. CRANDALL., O. FRAUSTO-MARTINEZ Y L.C. SANTANDER-BOTELLO, 2016. Freshwater prawns (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

- MURPHY, N.P.Y C.M. 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.
- NAVARRETE, E. O. S/A. Cultivo de Langostinos.
- PERERA-PECH, Y., 2014. Relaciones ecológicas y variaciones biométricas de langostinos del genero *Macrobrachium*, con desarrollo larval abreviado, en la cuenca alta del rio Usumacinta.
- 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.
- TEJEDA-MAZARIEGOS, J.C. Y L.M., MEJIA-ORTIZ. 2015. New species of freshwater prawn of the genus *Macrobrachium*, (Decapoda palaemonidae) from Guatemala. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala.
- VILLALOBOS, J. L. & F. ALVAREZ, 1999. A new species of Macrobrachium (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), with abbreviated development, from Veracruz, Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, **112** (4): 746-753.
- VILLALOBOS –HIRIART, J. L., ALVAREZ, F., HERNANDEZ, C., LANZA-ESPINOZA, G. Y GONZALEZ-MORA, D. I. 2010. Crustáceos Decápodos de las Cuencas Copalita, Zimatán y Coyula, en Oaxaca, México.