



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

---

**División de Desarrollo Sustentable**

**Biogeografía de Cangrejos de agua dulce de la Familia  
Trichodactylidae en el Sureste de México.**

**Que para obtener el título de  
Licenciado en Manejo de Recursos Naturales  
presenta**

**Br. Antonio de Jesús Canté Cortés**

**Director de Tesis**

**Dr. Luis M. Mejía Ortiz**

**Cozumel, Q. Roo, . Septiembre 2018**



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO  
DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE  
CIENCIAS Y HUMANIDADES

Chetumal, Quintana Roo, 18 mayo 2018  
UQROO/DDS/DCH045/18

"2018. Año por una Educación Inclusiva"

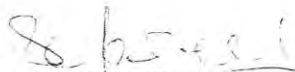
Consejo Divisional  
División de Desarrollo Sustentable  
Unidad Cozumel  
Presente


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 "Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la Familia Trichodactylidae en el sureste de México" elaborado por el alumno Antonio de Jesús Canté Cortés con matrícula 11-12385 de la Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales, le notificamos que otorgamos nuestra aprobación del documento de tesis presentada, 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. Luis Carlos Santander Botello  
Supervisor



Av. Andrés Quintana Roo s/n, con 110 Sur, Frente a la Colonia San Gervasio, Código Postal 77600, Cozumel, Quintana Roo, México. Teléfono  
(987) 87 29000 www.uqroo.mx

Version: enero 15, 2018

Documento impreso o electrónico que no se consulte directamente en el portal SIGC (<http://sigc.uqroo.mx/>) se considera  
COPIA NO CONTROLADA

Código REC-001-F0-091

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

## AGRADECIMIENTOS

*Agradecimiento a mi profesor el Dr. Luis Mejía Ortiz, quien creyó en mí para desarrollar este importante trabajo y a mis sinodales la Dra. Marilú López Mejía y al Dr. Luis Carlos Santander Botello, por brindarme su apoyo para la revisión de la tesis e igual forma a todos mis profesores de la carrera de Manejo de Recursos Naturales, a quienes les debo mis aprendizajes que hoy en día tengo para poder desarrollarme adecuadamente en el ámbito profesional.*

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

## DEDICATORIA

*Esta Tesis para obtener mi título de Licenciatura en Manejo de recursos naturales se lo dedico a mi hermosa esposa Angélica Mateo Esquivel y mi hermoso hijo Diego Zair Canté Mateo, ya que ellos son mi gran fuerza y sustento para mis éxitos, de igual forma a mis padres que me dieron la vida y educación, ya que sin ellos no podría estar aquí presente.*

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

## ÍNDICE

Resumen.....	6
Introducción.....	7
Antecedentes.....	9
Justificación.....	9
Planteamiento del Problema.....	9
Hipótesis.....	9
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos.....	10
Área de estudio.....	11
Material y métodos.....	13
Resultados.....	14

A) Ubicación de las poblaciones en las cuencas del sureste de México.

B) Análisis de micrografía electrónica de los pleópodos del macho: Complejo *Avotrichodactylus constrictus* y su variabilidad.

- *Avotrichodactylus constrictus* y la variante huecos entre las líneas de espinas.
- *Avotrichodactylus constrictus* y la variante de líneas sin espinas.
- *Avotrichodactylus constrictus* y la variante de líneas gruesas sin espinas.
- *Avotrichodactylus* sp.1 (EspinAs Agudas y Delgadas).
- Análisis del tipo de espinas del complejo *Avotrichodactylus constrictus*.

C) Análisis de micrografía electrónica de los pleópodos del macho: Complejo *Avotrichodactylus oaxensis* y su variabilidad.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

- *Avotrichodactylus oaxensis* y *Avotrichodactylus* sp.2. (El Rosario).
- *Avotrichodactylus* sp. 3 (Río Blanco) y *Avotrichodactylus* sp. 4 (Curucuenda).

D) Análisis del grado de inclinación de los parte apical de los pleópodos del complejo *Avotrichodactylus constrictus*.

E) Descripciones taxonómicas de las dos especies más representadas y con mayor variabilidad en este estudio.

- *Avotrichodactylus constrictus*.
- *Avotrichodactylus oaxensis*.

F) Análisis de los valores ambientales registrados.....	35
Discusión.....	44
Conclusión.....	47
Bibliografías.....	48

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

## RESUMEN

Se presenta un estudio biogeográfico de la familia Trichodactylidae en el sureste mexicano, con el fin de dar a conocer la distribución actual de este grupo, así como identificar los posibles patrones de distribución y su relación con las variables ambientales. Se han registrado cinco especies en los estados de Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz, *Avotrichodactylus bidens*, *Avotrichodactylus constrictus*, *Avotrichodactylus oaxensis*, *Rodriguezia villalobosi* y *Rodriguezia mensabak*, distribuidas en las cuencas de Coatzacoalcos, Grijalva, Papaloapan, Tonalá y Usumacinta. Se explica el alto índice de endemismo registrado en crustáceos de agua dulce para México y los patrones en dicha región geográfica.

## INTRODUCCIÓN

Los crustáceos, son artrópodos con el cuerpo dividido en tres tagmas: cabeza (céfalon), tórax (pereión) y abdomen (pleón), así como cinco pares de apéndices cefálicos, dos pares de antenas, un par de mandíbulas y dos pares de maxilas.

Se sabe que los crustáceos representan un componente importante en los ecosistemas dulceacuícolas, porque son procesadores eficientes de materia orgánica, depredadores de pequeños invertebrados y peces; además de formar parte en la transformación de materia orgánica en energía y proteínas, así como recuperar nutrientes de capas inferiores del fondo marino (Suárez-Morales y Gasca, 1989; McNeil *et al.*, 1997, McNeil y Prenter, 2000, Zaouali *et al.*, 2007), a su vez son alimento de una gran variedad de vertebrados entre los que se incluye al hombre (Álvarez y Villalobos, 1997).

La familia Trichodactylidae comprende los cangrejos que habitan sólo en los ríos y lagos de agua dulce y es la familia más pequeña de este tipo de organismos, ya que sólo representa el 4%. Sin embargo, tiene una amplia distribución en 16 países, la mayoría se encuentra en América del Sur (Rodríguez, 1992; Ng *et al.* 2008; Yeo *et al.* 2008; Cumberlidge *et al.*, 2009). Estas especies habitan por debajo de los 100 metros sobre el nivel del mar y sólo algunas pocas hasta los 900 msnm, en faldeos de la Cordillera de Los Andes (Campos, 2005); en México se han registrado en las cuencas del sureste, en los estados de Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas. La propuesta para explicar la disyuntiva o interrupción de distribución de estos crustáceos entre Centro América y Sudamérica la realizó Rodríguez en 1992, mediante la explicación de un origen antiguo con una distribución Pre-Cretácica.

Se han registrado hasta el momento 51 especies de la familia Trichodactylidae (Yeo *et al.*, 2008; Ng *et al.*, 2008); en México se han descrito cinco, estas son: *Avotrichodactylus constrictus* (Pearse, 1911), *Avotrichodactylus oaxensis* (Rodríguez, 1992), *Avotrichodactylus bidens* (Bott, 1969), *Rodriguezia villalobosi* (Rodríguez y Manrique, 1967) y *Rodriguezia mensabak* (Cottarelli y Argano, 1977). Las especies *A. bidens*, *R. villalobosi* y *R. mensabak*, solamente se han registrado en su localidad tipo, mientras que *A. oaxensis* en tres localidades de Oaxaca y dos en Veracruz, mientras que *A. constrictus* tiene la distribución más amplia conocida de estos crustáceos (Ojeda *et al.*, 2013).

La biogeografía determina la distribución geográfica de los seres vivos, con el fin de ubicar los puntos de orígenes de las especies, por lo que se divide en dos

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.



vertientes: la biogeografía histórica y la ecológica (Morrone y cols, 1996), la importancia radica en la dispersión de un organismo para desplazarse de un sitio a otro (Udvardy, 1969), por lo que se considera la relación estrecha entre el clima, relieve, la geomorfología y la litología, así como los usos de suelo u otros aspectos del territorio. México se ubica en una región biogeográfica compleja por su gran diversidad fisiográfica, climática y ecológica (Espinosa *et al.*, 2000), llamada región neotropical, la cual se emplea en la biogeografía para identificar las regiones cálidas del continente americano que se extienden desde Sudamérica, centro América y parte de México (entre el trópico de cáncer y el de capricornio), constituyendo cuatro biomas: bosque tropical seco, bosque tropical de coníferas, bosque tropical húmedo y el manglar (Olson *et al.*, 2001). El bosque tropical húmedo es el que alberga más diversidad biológica, dejando en segundo término los demás (Janzen, 1988; Sanchez-Azofeifa *et al.*, 2005), por lo que en dichos hábitats se ha registrado una gran variabilidad de fauna dulceacuícola, ya que se han reportado al menos 70 familias de insectos pertenecientes a 11 órdenes (Greeney, 2001), 500 especies de peces de agua dulce (Álvarez del Villar 1950, 1970) y respecto a los crustáceos se tiene un registro de 67,000 géneros a nivel mundial, constituidos en seis clases subdivididas en subclases (Martin y Davis, 2001). Para México se han contabilizado 1775 especies distribuidas en 537 géneros y 115 familias, representando el 11.9% del total mundial, de los cuales 1597 son marinas y 178 (10.1%) dulceacuícolas (Ahyong *et al.* 2011). En México el área de bosque tropical húmedo se extiende en los estados de Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz, donde se representan los ambientes dulceacuícolas, que se caracterizan por ser aguas que contienen plantas terrestres, frutos caídos y otras partes vegetales caídas en el suelo (Kitching, 2000). Los estados con mayor diversidad de cangrejos de agua dulce son los del sureste mexicano, siendo Veracruz, Tabasco Chiapas y Oaxaca los más representados, ya que en éstos están las cuencas más importantes del sureste; es decir, el río Usumacinta, el Grijalva, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. Por lo que en este trabajo se realizó un estudio biogeográfico de la familia Trichodactylidae en el sureste de México, identificando las variables que participan en limitar o facilitar la distribución.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

## ANTECEDENTES

La primera especie descrita de la familia Trichodactylidae fue *Avotrichodactylus constrictus* por Pearse (1911), sus primeras colectas fueron en el estado de Veracruz, en el lago Catemaco; posteriormente, 50 años después, Rodríguez y Manrique (1967) obtuvieron registros en el río Tepalapan, Santiago Tuxtla, Arroyo Rital, Ciudad Alemán (Veracruz), Río Michol en Palenque (Chiapas); segunda especie descrita fue *Rodriguezia villalobosi*, en el estado de Chiapas, en el Rancho la Esperanza y San Juan Bosque, descritas por Rodríguez y Manrique (1967); la tercera especie fue *Avotrichodactylus bidens* descrita por Bott (1969), registrada en el arroyo dulce de Tapijulapa; la cuarta especie registrada fue *Rodriguezia mensabak*, descrita por Cottarelli y Argano (1977), en Chiapas en el poblado de Tila, mientras que la más reciente especie para el territorio nacional de esta familia es *Avotrichodactylus oaxensis* descrita por Rodríguez (1992), para los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas y Oaxaca. El trabajo más actual es la revisión de los cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae de México, realizado por Ojeda *et al.* (2013).

### ***Avotrichodactylus constrictus***

Carapacho suborbicular; superficie superior moderadamente irregular; regularmente arqueada en vista frontal; regiones orbitales y frontales fuertemente excavadas, y lóbulos consecuentes epigástricos bien delimitados; surcos braquio-urogástrico y porción anterior branquio-cardiaco profundos y bien distinguibles, surcos urogástricos y parte posterior branquio-cardiaco indicado por depresiones planas. Pozos postgástricos muy poco visibles.

Margen anterolateral con 3 dientes detrás del ángulo orbital externo, tamaño sub-igual, con base ancha, directamente lateral; primer y segundo diente más cerca que el segundo y el tercero; cresta posterolateral del caparazón sin doblado mesial en su terminación posterior como en otras especies, pero paralela a la cresta inferior localizada sobre la quinta coxa, terminando desde los ángulos postero-laterales del caparazón. Margen de frente ligeramente cóncavo. Orbitas suborbitales; sutura de la órbita ausente o representada por pequeñas depresiones; margen inferior orbital liso, continuo; ángulo orbital interior prominente, piramidal; diente oclusivo orbital redondo, pequeño; localizado cerca

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

del ángulo interior orbital, pero no continuo con el margen; Ángulo orbital externo forma un diente triangular, borde en contacto con el margen orbital; margen entre el ángulo orbital y el primer diente del carapacho forman un lóbulo sinuoso; Angulo bucal liso. Frente avanzado, escondiendo el epistoma dorsal a la vista; superficie anterior al frente hundida y baja hacia el medio, delgada en los lados, con dos pilares en medio distintos separados por un sinus en forma de “U” el cual forma un descanso profundo; margen sobre cada fosa sinuosa antenular y ligeramente proyectada; septum antenular hundido; epistoma moderadamente alto, inclinado hacia el frente.

Primer terguito abdominal del macho separado del terguito 2 y 3 por una cresta recta; terguitos 2 y 3 con depresiones en los dos lados. Los segmentos abdominales del 3 al 5 están fusionados en machos y hembras; abdomen del macho subtriangular, más ancho en la base, margen externo casi recto; último segmento con lados ligeramente cóncavos, aproximadamente 0.7 de largo y ancho.

Artículo basal de antena con lóbulo externo prominente, estrecho; isquio del tercer maxilípodo con surcos profundos. Quelípedos fuertemente desiguales, quela pequeña inusualmente pequeña; quela larga del macho con borde superior de mano fuertemente arqueada y sinuoso bajo. Dedos con abertura alargada entre ellos, dientes pequeños, regularmente ubicados junto a los bordes; carpus con el margen interno producido en una afilada espina enganchada; merus con espina apical en el borde superior, otro ángulo distal del margen latero inferior y otro en el margen interior. Patas con menor margen de dactylus con una gruesa capa de largos vellos; vellos similares cubren todo el margen inferior de propodus en el quinto, tres cuartos en el segundo,  $\frac{1}{2}$  en el tercero y tan solo un ángulo distal en el cuarto pereiópodo; margen superior del propodus y el dactylus cubierto por una gruesa capa de vellos cortos distribuidos uniformemente, no organizados en filas paralelas longitudinales, el resto de la superficie cubierta por una textura similar a la pubescencia; Garra dactyl de la tenaza bastante gruesa, con indistinta carina longitudinal, 1 arriba, 2 laterales y dos inferiores.

Primer gonópodo conico, base expandida, mitad distante en forma de placa, fuertemente doblada lateralmente y formando una “rodilla” cubierta por pequeñas y respingadas espinas; gonópodo bastante pequeño, terminal. Segundo gonópodo bastante corto. Flagelo reducido a un pequeño cabo (Rodríguez 1992).

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

### ***Avotrichodactylus oaxensis***

Carapazón suborbicular; superficie superior moderadamente irregular; regularmente arqueada en vista frontal; regiones orbitales y frontales fuertemente excavadas, y consecuencialmente lóbulos epigástricos bien delimitados; surcos de las regiones branquio y urogástricas y porción anterior branquio-cardiaco profundos y bien marcados, surcos de las parte urogástricas y parte posterior branquio-cardiaca indicados por depresiones lisas. Pozos postgástricos no distinguibles de otras irregularidades del caparazón. Margen antero lateral con 4 a 5 dientes de un tamaño igual, detrás de otro ángulo orbital, con base estrecha y dirigida hacia arriba; tercer espacio interdental más pequeño que el otro, y por ende el tercero y cuarto diente más cerca que los otros; primeros tres dientes subiguales, cuarto diente más corto que los otros tres, el quinto, cuando está presente es muy pequeño, usualmente remplazado por una pequeña papila o interdentación, cresta posterolateral del carapacho sin dobles mesial en la terminación posterior como en otras especies, pero paralela a la cresta inferior localizada sobre la quinta coxa, terminando los ángulos postero-lateral del carapacho. Margen del frente ligeramente cóncavo. Orbitas suborbitales; sutura orbital ausente o representada por pequeñas depresiones; margen inferior orbital con 4 a 5 agudos dientes triangulares en mitad proximal, lisa en mitad distal; ángulo orbital interior agudo y espina prominente; diente orbital oclusivo redondeado, pequeño, localizado cerca del ángulo orbital interior, pero no continuo con él. Ángulo orbital exterior obtuso, no proyectado como espina, su borde está en contacto con el margen orbital, o discontinuado en algunos especímenes pequeños. Margen entre el ángulo externo y el primer diente del carapacho forma un lóbulo redondeado; ángulo bocal liso, escondiendo el epistoma en vista dorsal; superficie anterior del frente hundida y bastante alta en el medio, bajo en los lados, con pilares en medio no distinguibles y sin el sinus en forma de “u”; margen sobre cada fosa antenular forman un lóbulo redondeado septum antenular hundido; epistoma moderadamente alto; inclinado hacia el frente (Rodríguez 1992).

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido a que todas las especies registradas de la familia Trichodactylidae en México presentan, en su mayoría, una microdistribución, es necesario incrementar el conocimiento y análisis de su distribución con registros nuevos emanados de varios proyectos del laboratorio de Bioespeleología y Carcinología, que permitan verificar si existen patrones de distribución asociados a los factores ambientales de cada cuenca.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el patrón de distribución de los cangrejos de la Familia Trichodactylidae que habitan en el sureste mexicano, asociado a las variables ambientales?

## **HIPÓTESIS**

- a) La distribución de la familia Trichodactylidae tendrá un rango de altitud entre los 500 a 1000 msnm.
- b) La variación de la temperatura a distintas alturas determinará la distribución de la familia Trichodactylidae.
- c) La altura determina la saturación de oxígeno de las aguas y por ende la distribución de la familia Trichodactylidae.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

## **OBJETIVO GENERAL**

Identificar qué variables y distribuciones ambientales determinan los límites de distribución de las especies de la familia Trichodactylidae en las cuencas hidrológicas del sureste de México: Coatzacoalcos, Grijalva, Usumacinta y Papaloapan.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1.- Determinar la distribución geográfica de la Familia Trichodactylidae en el sureste de México.

2.- Describir las variables ambientales (temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto, conductividad, altura y profundidad), que determinan la distribución de la familia Trichodactylidae.

3 Identificar las diferentes especies de la familia Trichodactylidae para la construcción de mapas biogeográficos.

4 Determinar los posibles tipos de hábitat y su relación con la presencia / ausencia de las especies de la familia *Trichodactylidae*.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

## ÁREA DE ESTUDIO

Este trabajo se centró principalmente en los ríos Grijalva, Tonalá, Coatzacoalcos, Usumacinta y Papaloapan, los cuales tienen en común la desembocadura de sus aguas en el Golfo de México y se distinguen por los distintos nacimientos de sus ríos a distintas alturas.

El río Usumacinta abarca una de las regiones de mayor biodiversidad de Mesoamérica, ubicado en los paralelos 15° 00' y 18° 00' de latitud norte y 89° 30' y 92° 13' de longitud oeste; abarca desde la selva húmeda de Petén de Veracruz, Bosque de Pino-Encino de Centroamérica, Pantano de Centla, selva de Chiapas y de Centroamérica; a lo largo y ancho de la cuenca se presenta una gran variedad de ecosistemas acuáticos (ríos y lagunas). El río Papaloapan se encuentra localizado en la zona sur del estado de Veracruz y Oaxaca, geográficamente entre los 16° 55' latitud norte y los 94° 90' y 97° 48' longitud oeste (CONAGUA, 2005). Tiene una superficie de 46,517 km<sup>2</sup>, el 45% constituye terrenos planos y ondulados de la planicie costera y el 55% corresponde a zonas montañosas y quebradas de las sierras (S.A.R.H., 1976); cruza los municipios de Cosamaloapan y Carlos A. Carrillo, al noroeste Tlacojalpan y Chacaltianguis, al poniente a los municipios de Loma Bonita y Villa Azueta, al centro los municipios de Isla y de Rodríguez Clara, al este San Juan Evangelista y Villa Sayula de Alemán y al suroeste el municipio de Playa Vicente.

Dicha cuenca hidrológica tiene arroyos a altitudes de hasta 1500 msnm, que se originan de nacimiento de agua dulce que luego influyen hasta la costa. Respecto al clima, de acuerdo a la clasificación de Koppen modificado por García (1992), es de tipo cálido húmedo con abundante lluvias en verano, donde la precipitación media anual varía de 1126.5 a 1957.7 mm.

La cuenca del río Coatzacoalcos se encuentra geográficamente entre los paralelos 16° 38' y 18° 22' norte y los 94° 11' y 95° 45' longitud oeste (CONAGUA, 2005); tiene un área aproximada de 21 091 km<sup>2</sup>, distribuidos entre los estados de Oaxaca y Veracruz. El tipo de clima predominante es cálido húmedo (Am), A (f) y semicálido húmedo C: (A) C (m). El río Coatzacoalcos nace en el estado de Oaxaca, en la Sierra Atravesada, a una altura de 2000 msnm; su condición topográfica está constituida por una zona montañosa donde recibe numerosas afluentes, como el río Chichihua y la confluencia de los ríos Almolonga y Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.



Malatengo, que en general fluyen de sur a norte en sentido convergente y acaban por construir una sola corriente que entra al colector general a unos 30 km aguas debajo de Sta. María Chimalapa y el río Sarabia, que nace en el cerro Lechiguri a 2158 msnm. Un afluente importante del río Coatzacoalcos, es llamado Jaltepec, que viene desde la Sierra Madre de Oaxaca; la confluencia antes mencionada se encuentra a 120 msnm, en este punto el cauce se vuelve divergente formando meandros, lagunas y esteros e incluso tiene un doble cauce a la altura de Hidalgotitlán, Veracruz (Pereyra Díaz y Pérez Sesma, 2005).

La cuenca del río Grijalva se localiza geográficamente en los meridianos 91° 30' y 94° 30' longitud Oeste y 14° 30' y 19° de latitud Norte; tiene una área aproximada de 58,000 km<sup>2</sup>, el 9% se encuentra en Guatemala sitio donde nace esta cuenca la cual, es considerada como una de las más caudalosas del país, abarcando los estados de Chiapas y Tabasco, rodea la ciudad de Villahermosa, Tabasco. Entre sus características fisiográficas se puede decir que la parte alta y media del Grijalva se encuentra en el estado de Chiapas, siendo una zona semi plana bordeada por la Sierra Madre y Montañas del Norte de Chiapas. Y la parte baja presenta una planicie que se ubica en la llanura Costera del Golfo de México, ocupando mayormente el estado de Tabasco. El clima varía en esta cuenca conforme avanza río abajo, teniendo una precipitación media anual de 1200 y 1700 mm, en la zona alta y media; la parte alta de la cuenca Grijalva se ubica en una de las zonas de mayor precipitación en México, con promedio anual de 4000 mm, ya que las lluvias se presentan todo el año, oscilando entre los 1700 y 2300 mm. El río Grijalva confluye con el río Usumacinta, para después desembocar al Golfo de México, con un escurrimiento medio anual de 36,500 millones de m<sup>3</sup> (CONAGUA, 2005).

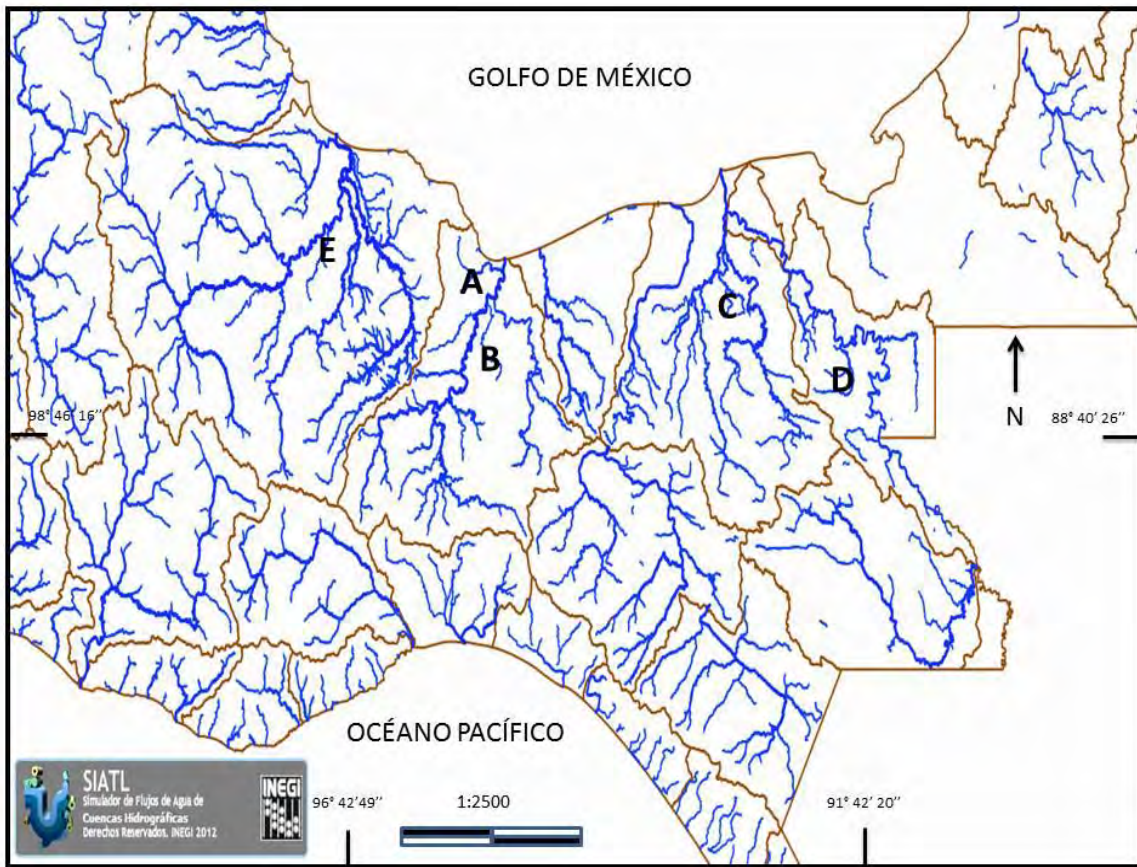


Fig. 1. Mapa del sureste de mexicano y sus principales cuencas que drenan hacia el Golfo de México: (A) Catemaco, (B) Coatzacoalcos, (C) Grijalva, (D) Usumacinta y (E) Papaloapan, (Modificado de INEGI, 2015).

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

## MATERIAL Y MÉTODOS

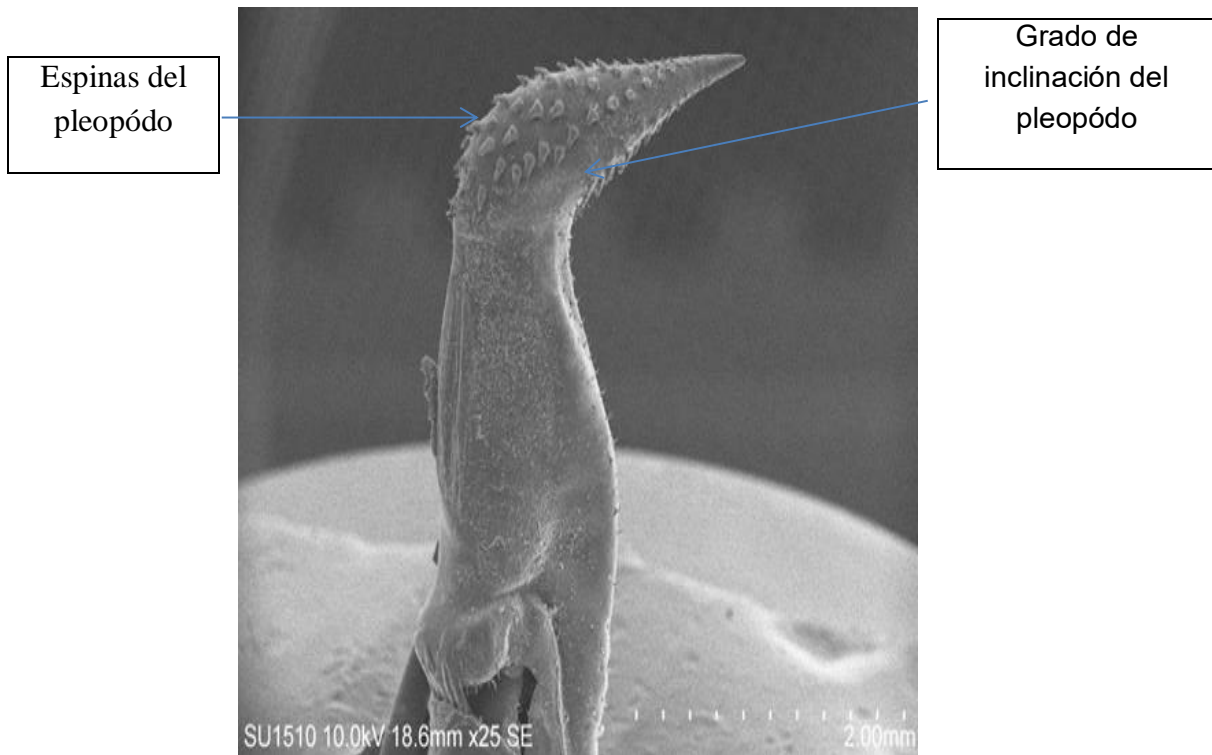
Se utilizaron los organismos colectados en las diferentes cuencas del sureste mexicano que están depositados en el Laboratorio de Bioespeleología y Carcinología de la Universidad de Quintana Roo. Se utilizó la base de datos ambientales y de posición geográfica para cada una de estas poblaciones colectadas originadas con los proyectos “Crustáceos malacostracos de la cuenca del río Papaloapan y Diversidad del género *Macrobrachium* en el sureste de México”, en donde se midió la temperatura, oxígeno disuelto, pH, altura, profundidad y salinidad. Para medir la ubicación geográfica se utilizó un GPS marca Garmin con una precisión de  $\pm 1^\circ$ ,  $0.001'$   $0.001''$ , las variables ambientales con un potenciómetro marca Oakton ( $\pm 0.1$  pH), un oxímetro YSI-5000 con una confiabilidad de  $0.01 \mu\text{S}$  para la conductividad;  $0.01^\circ\text{C}$  para la temperatura;  $0.01$  ppt para la salinidad y  $0.01$  mg/l para el oxígeno disuelto.

Los crustáceos revisados fueron previamente colectados con redes de cuchara haciendo arrastres en las raíces de la vegetación riparia, así como en la hojarasca sedimentada en el lecho de los ríos, arroyos y lagos. Posteriormente, se fotografiaron algunos organismos e inmediatamente fueron conservados en alcohol al 100% y se etiquetaron para su análisis taxonómico. En el laboratorio fueron identificados los cangrejos utilizando las claves taxonómicas de Rodríguez (1982). Los datos ambientales fueron analizados de acuerdo al método de tipos de hábitat propuesto por López-Mejía (2006), usando el software de PRIMER ver 6.0. Se realizaron mapas de distribución utilizando ArcGis 9, para un análisis de las curvas de nivel y uno de cuencas para coadyuvar en la identificación de los factores ambientales que están involucrados en la distribución de los miembros de la familia Trichodactylidae.

Se realizó un análisis de micrografía electrónica usando un microscopio electrónico de barrido (SEM, por sus siglas en inglés) específicamente al pleópodo modificado del macho. Con el objetivo de determinar las diferencias morfológicas específicamente en el ángulo de inclinación del ápice, la composición y conformación de las espinas alrededor de él o bien de las velocidades que esta estructura pudiera presentar, este análisis se hizo para cada población

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

## ESQUEMA del PLEOPODO



El pleópodo de la familia Trichodactylidae presenta un doblez cónico y está armado en su porción distal con fuertes espinas cónicas de acuerdo con lo descrito por Rodríguez en 1992. Varios autores han usado la presencia /ausencia de estas espinas y el arreglo que ellas presentan para separar las especies reconocidas (Rodríguez, 1992).

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

## RESULTADOS

### A) Ubicación de las poblaciones en las cuencas del sureste de México.

Se analizaron 41 poblaciones de *Avotrichodactylus* spp., las cuales se distribuyen en las cuencas hidrológicas de Coatzacoalcos, Grijalva, Papaloapan y Usumacinta.

Tabla 1. Poblaciones donde se realizó la colecta de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.

Registro	Especie	GPS Latitud	GPS Longitud	Municipio	Estado	Cuenca
1	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 16.780'	94° 30.165'	Río las cuevas, Poblado la Laguna	Veracruz	Coatzacoalcos
2	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 22.952'	93° 32.874'	Puente (San Eduardo)	Chiapas	Grijalva
3	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 26.888'	91° 57.672'	Río Shupa,	Chiapas	Usumacinta
4	Trichodactylidae	17 33.560'	92 55.265'	Río Grande Grutas (Teapa)	Tabasco	Grijalva
5	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 29.484'	92° 01.561'	Parque Nal. Palenque, entrada Parque (Michotal)	Chiapas	Grijalva
5a	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>			Río de la cascada, Parque Nal. Palenque	Chiapas	Grijalva
5b	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 29.321'	92° 2.558'	Parque Nacional Palenque	Chiapas	Grijalva
5c	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 29.321'	92° 2.558'	Frente a Orquidario Parque Nacional (Palenque)	Chiapas	Grijalva
6	Trichodactylidae (hembra)	17° 22.546'	91° 47.833'	Cascada de Wilib-Há (Palenque)	Chiapas	Usumacinta
7	Trichodactylidae (juvenil)	17° 22.506'	91° 47.818'	2° Arroyo Wileb-Há (Palenque)	Chiapas	Usumacinta
8a	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 33.079'	93° 18.041'	Santa Monica	Tabasco	Grijalva
8b	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 33.079'	93.6° 18.041'	santa monita	Tabasco	Grijalva
9	Trichodactylidae	17° 38.467'	92° 28.844'	Camino a balneario Agua Blanca, Arroyo del puente (Muscupana)	Tabasco	Grijalva
10	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 26.990'	93° 30.729'	Limite Chiapas	Tabasco	Grijalva
11	<i>Avotrichodactylus conf oaxensis</i>	17 37.308'	92 28.378'	Balneario Agua Blanca, Arrollo de la entrada (Muspana)	Tabasco	Grijalva
12	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 19.425'	91° 16.405'	Arroyo Redención del Campesino, Tenosique Tabasco Camino al Ceibo	Tabasco	Usumacinta
13	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>			Rojo Gomez Tabasco Tenosique	Tabasco	Usumacinta
14	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>			Río seco	Chiapas	Usumacinta
15	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17 17 28.3'	91 37 46.0'	Ejido Angel Albino, Corzo, Palenque, Río Agua Esmeralda	Chiapas	Usumacinta
16	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17 23 39.4'	92 44 17'	puente mexicano, tlacoltapa.	Tabasco	Grijalva
17	Trichodactylidae Juveniles	17 22 25.2"	92 03 13.2"	FCO 1. Madero (Grijalva)	Chiapas	Grijalva
18	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17 07 35.4"	91 42 18.7"	Peña Limonar	Chiapas	Grijalva
19	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17 05 53.7"	91 37 34.5"	Arroyo Nahá Puente (Limite, Metzabok)	Chiapas	Grijalva
20	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	18 21 41.6"	95 5 39.0"	Arroyo entrada, Pasoquea (Catemaco)	Veracruz	Catemaco
22	Trichodactylidae Juveniles	17 06 06.9"	91 38 00.8"	Arroyo tipo ojo de agua (Metzabok , Potrero)	Chiapas	Grijalva
23	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17 06 14.6"	91 39 56.72"	Carretera Nahá-Nua, Puente-Arroyo (Esperanza)	Chiapas	Grijalva
24	Trichodactylidae Juveniles	16 37 02.2"	92 03 59.8"	Carr. Altamirano (Comitan)	Chiapas	Usumacinta
25	Trichodactylidae Juveniles	17°6'59.3" N	91°40'46.5" O	Nueva Esperanza (Ocosingo)	Chiapas	Grijalva
26	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>			San Juan , Chocalaito Palenque	Chiapas	Usumacinta
27	Trichodactylidae Juveniles	17 24.514'	91 54.170'	Arroyo Jolha (Chiapas)	Chiapas	Usumacinta
28	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>			Arroyo 2, Camino al poblado Cuactemec Cardenas (Chia)	Chiapas	Grijalva
29 a	Trichodactylidae Hembra	17 23 41.24"	91 59 25.7"	Misolha	Chiapas	Grijalva
29 b	Trichodactylidae Hembra	17 23 41.24"	91 59 25.7"	Misolha	Chiapas	Grijalva
30	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 23' 00.4"	92° 04' 12.4"	Chivaltic, Salto de agua	Chiapas	Grijalva
31	Trichodactylidae Juveniles y Pseudothelphusidae	17° 25' 37.8"	92° 11' 36.7"	Tiamo Pac / Río Hondo, Salto de Agua	Chiapas	Grijalva
32	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 25' 37.9"	92° 24' 05.6"	rio frío/rio chinal, El Limar, Tila	Chiapas	Grijalva
33	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 24' 30.7"	92° 23' 45.0"	La Preciosa, Limar, Tila	Chiapas	Grijalva
34	<i>Avotrichodactylus constrictus</i>	17° 22' 25.2"	92° 03' 13.2"	Río Misolha, Francisco I. Madero (Salto de Agua)	Chiapas	Grijalva
35	<i>Avotrichodactylus</i> sp1	18° 47.036'	96° 16.686'	Puentes antes de Curocuenda	Veracruz	Papaloapan
36	<i>Avotrichodactylus</i> sp.2			El Rosario	Veracruz	Papaloapan
37	<i>Avotrichodactylus oaxensis</i>	18° 24.559'	96° 37.730'	Frontera entre Corrales, Cerro Mojarro y Bueno Aires	Oaxaca	Papaloapan
38	<i>Avotrichodactylus oaxensis</i>	18° 36.484'	96° 40.914'	Tezonapa	Veracruz	Papaloapan
39	<i>Avotrichodactylus</i> sp3	18° 44.139'	95° 50.286'	Alvarado	Veracruz	Papaloapan
40	<i>Avotrichodactylus</i> sp.3	18° 43.168'	96° 07.333'	Río Blanco	Veracruz	Papaloapan
41	<i>Avotrichodactylus</i> sp.4	18° 43.168'	96° 07.333'	Río Blanco	Veracruz	Papaloapan

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

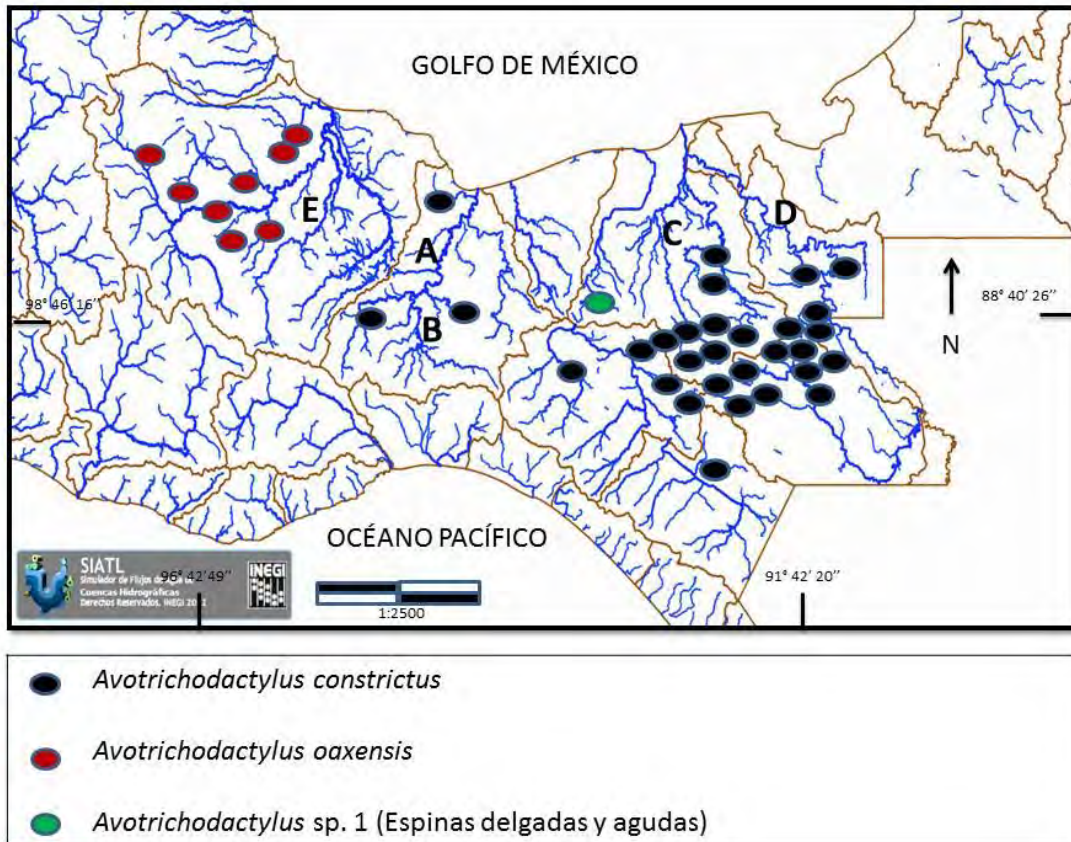


Fig. 2. Localización de los 41 sitios de colecta, dentro de las cuencas de los ríos Catemaco (A), Coatzacoalcos (B), Grijalva (C), Usumacinta (D) y Papaloapan (E) modificado de INEGI, 2015).

**B) Análisis de microfografía electrónica de los pleópodos del macho: Complejo *Avotrichodactylus constrictus* y su variabilidad.**

Se encontró evidencia de variabilidad en la disposición de las espinas de la parte apical del pleópodo. Se identificaron las variantes de: a) huecos entre las líneas de espinas; b) líneas sin espinas; c) líneas gruesas sin espinas; d) espinas agudas y delgadas: estos caracteres de diferenciación se mencionan ya que son variedades de los pleópodos de cada población colectada y que durante el análisis de microfografía se observaron dichos aspectos por lo que se llegó a la determinación

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

de que cada población tiene un distintivo en su distribución de las espinas y sus formas.

**A)** *Avotrichodactylus constrictus* morfotipo 1: pleópodos con huecos entre las líneas de espinas

Se observaron variaciones en la distribución de las espinas, por lo que se pueden observar espacios vacíos en la parte media de la cabeza, es decir que en el patrón de distribución tiene una línea media si éstas. Sin embargo, se puede ver que en la parte superior e inferior no tienen dichas estructura pero, también podemos notar que de las figs. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, y 3.6, están unidas todas las espinas al borde cefálico. Sin embargo, se puede distinguir que en la figura 3.6 están unidos por una placa de espinas, lo que le da una distribución diferenciada del resto. Cabe destacar que estas poblaciones fueron colectadas en las cuencas del Grijalva y Usumacinta en los estados de Chiapas y Tabasco, como se muestran en las figuras 3.1 y 3.2:

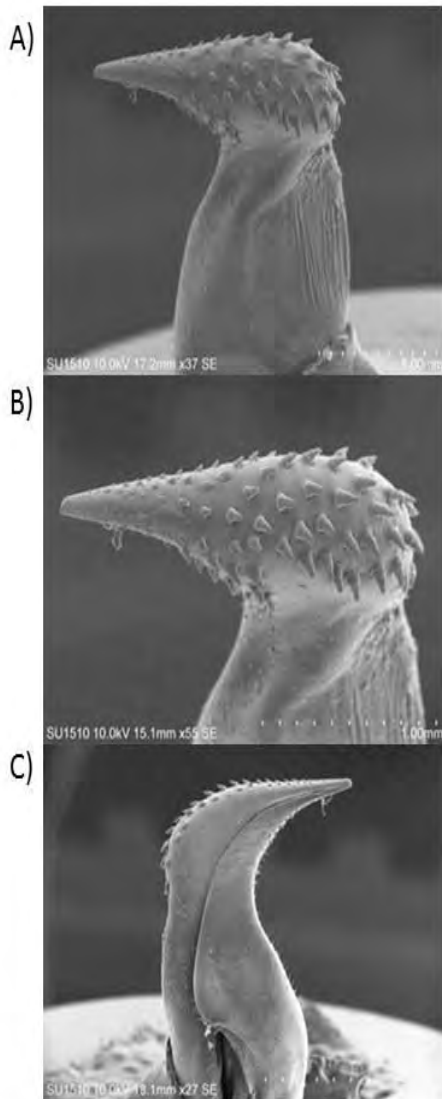


Fig. 3.1. Pleópodo del macho de la población del sitio “Entrada del parque Nacional Palenque, Chiapas (cuenca del río Grijalva)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 45°.

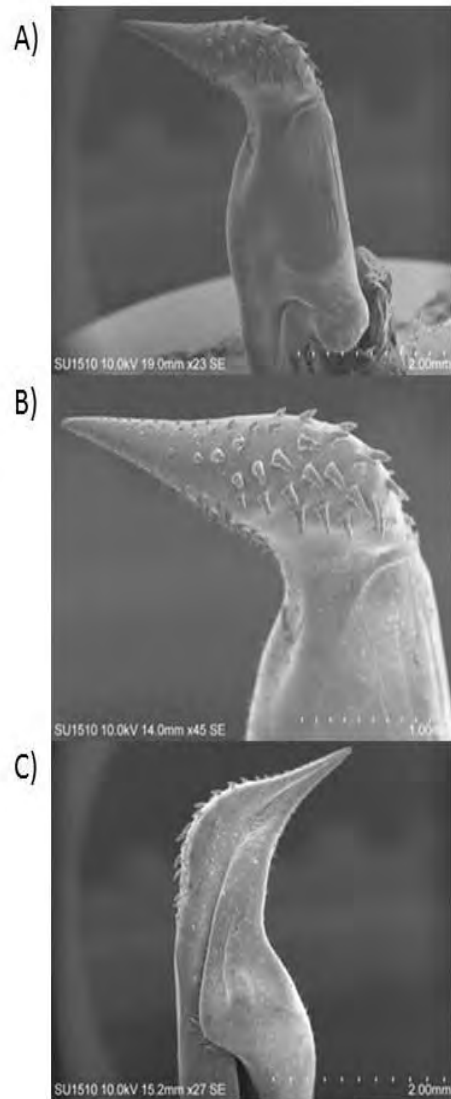


Fig. 3.2. Pleópodo del macho de la población del sitio Santa Mónica, Tabasco (cuenca del río Grijalva)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 54°.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.



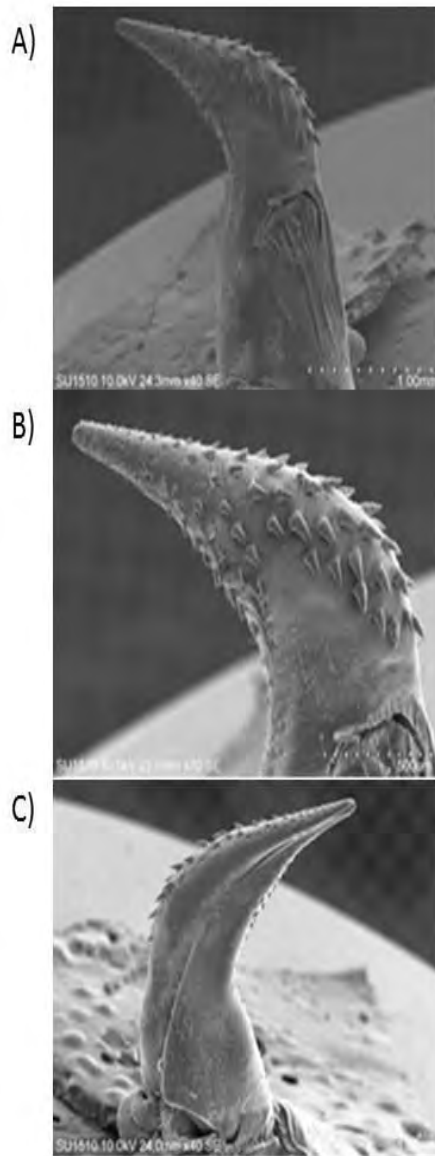


Fig. 3.3. Pleópodo del macho de la población del sitio “entrada del arroyo Agua Blanca, Macuspana, Tabasco (cuenca del río Grijalva)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 45°.

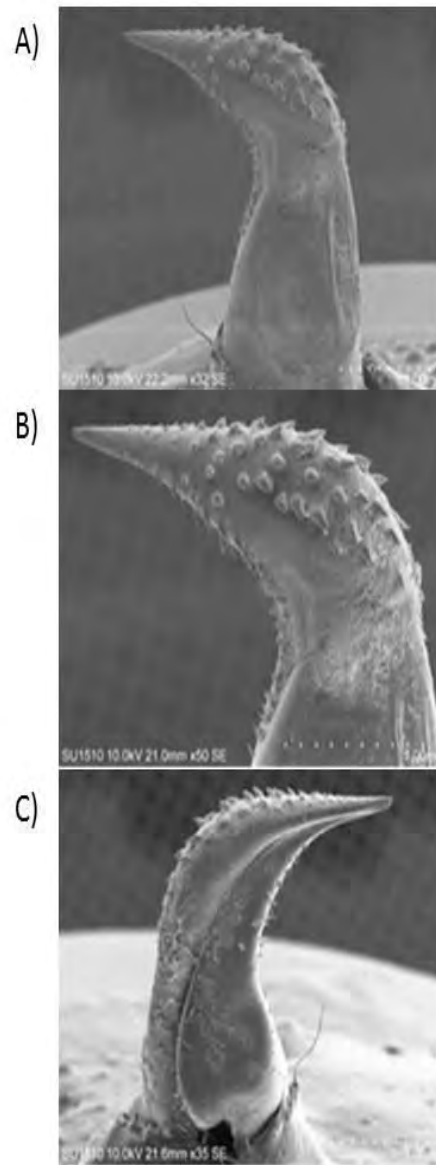


Fig. 3.4. Pleópodo del macho de la población del sitio “Río seco, Chiapas (cuenca del río Usumacinta)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 52°.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

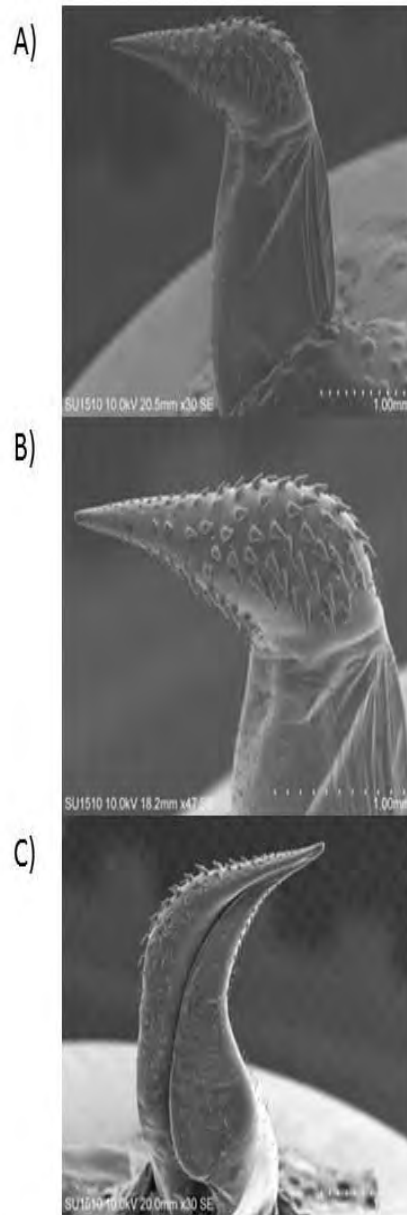


Fig. 3.5. Pleópodo del macho de la población del sitio "ejido Angel Albino, Agua Esmeralda, Palenque, Chiapas (cuenca del río Usumacinta)". A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclínación del pleópodo 60°.

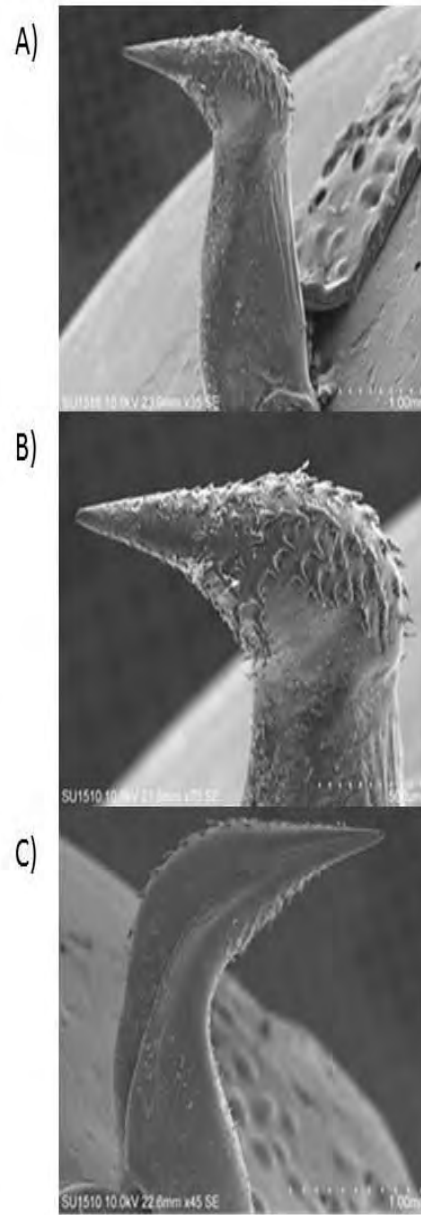


Fig. 3.6. Pleópodo del macho de la población del sitio carretera Nahá-Nua, Puente-Arroyo, Esperanza, Chiapas (cuenca del río Grijalva)". A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclínación del pleópodo 38°.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

**B)** *Avotrichodactylus constrictus* morfotipo 2: pleópodos con líneas sin espinas.

Esta variante se caracteriza por tener claramente una línea delgada sin espinas. Sin embargo, varias poblaciones de las diferentes cuencas presentaron esta variante (Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta), en los estados de Chiapas, Tabasco y Veracruz, como se muestra en las siguientes figuras: 3.7. a la 3.13.

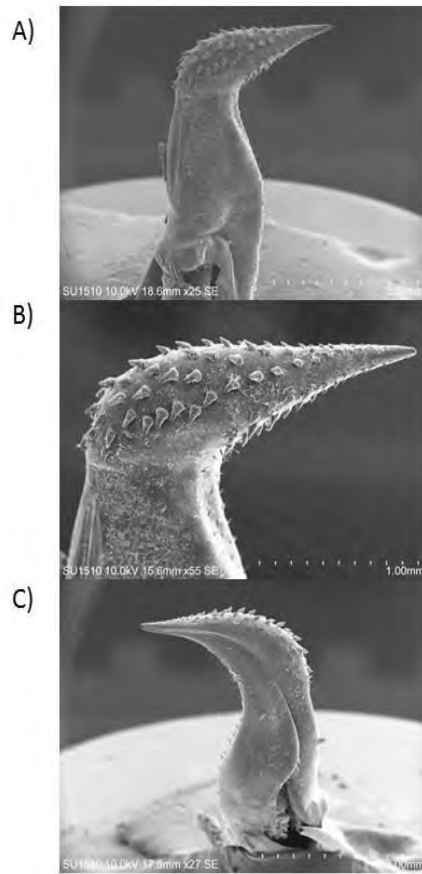


Fig. 3.7. Pleópodo del macho de la población del sitio “Parque Nacional Palenque, Chiapas (Cuenca del Grijalva)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclínación del pleópodo 25°.

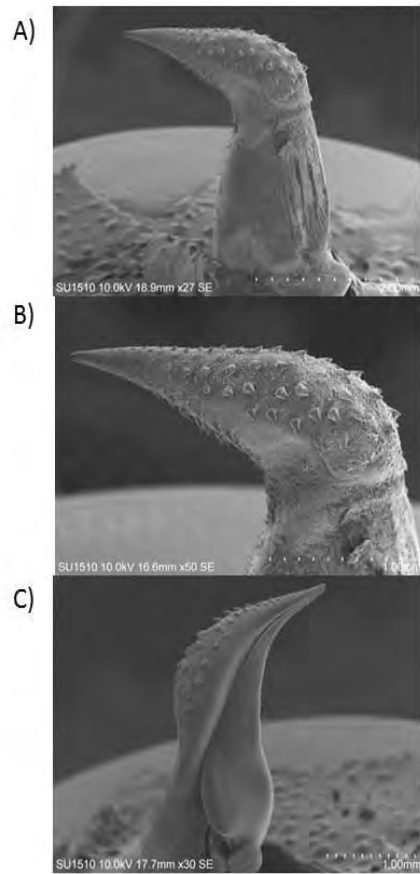
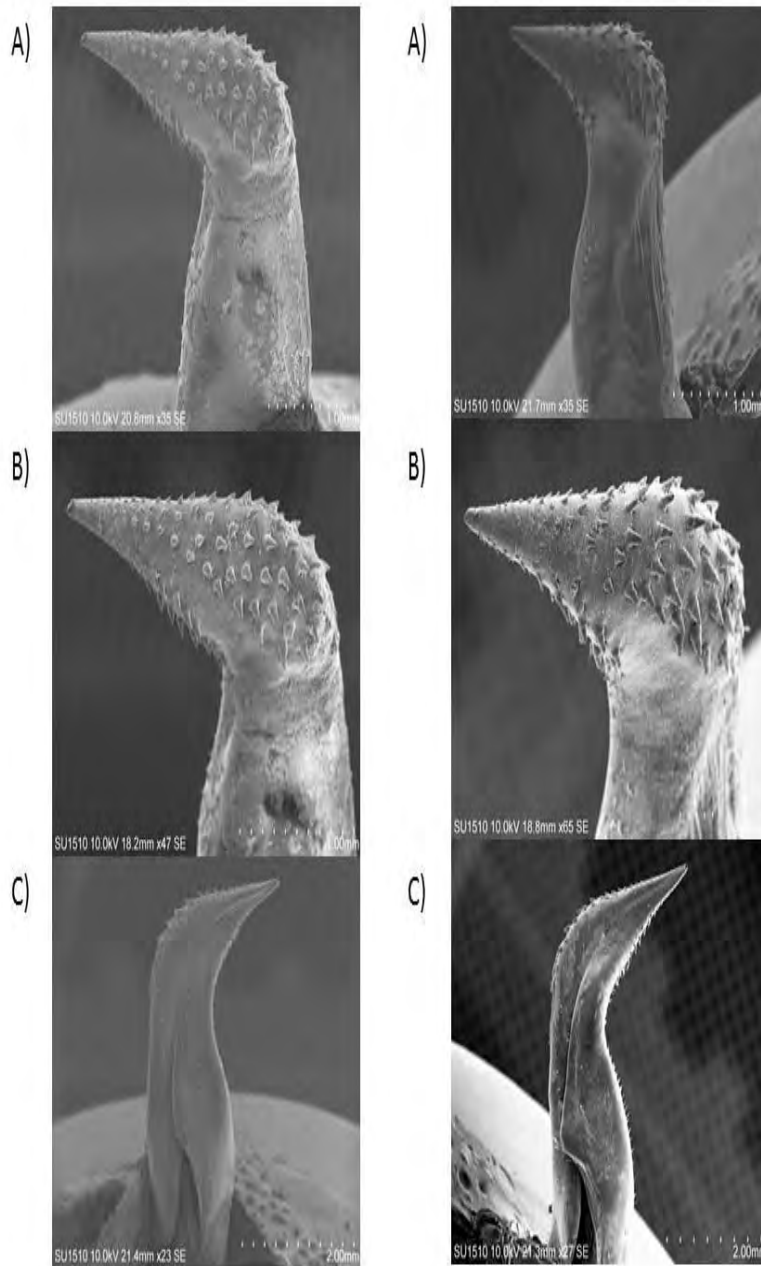


Fig. 3.8. Pleópodo del macho de la población del sitio “Arroyo Redención del Campesino, Tenosique Tabasco, (Cuenca Usumacinta)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclínación del pleópodo 62°.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.



<p>Fig. 3.9. Pleópodo del macho de la población del sitio “Rojo Gómez, Tabasco, (Cuenca del Usumacinta)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 51°.</p>	<p>Fig. 3.10. Pleópodo del macho de la población del sitio “Peña Limonar, Chiapas, (Cuenca Grijalva)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 46°.</p>
--	---

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

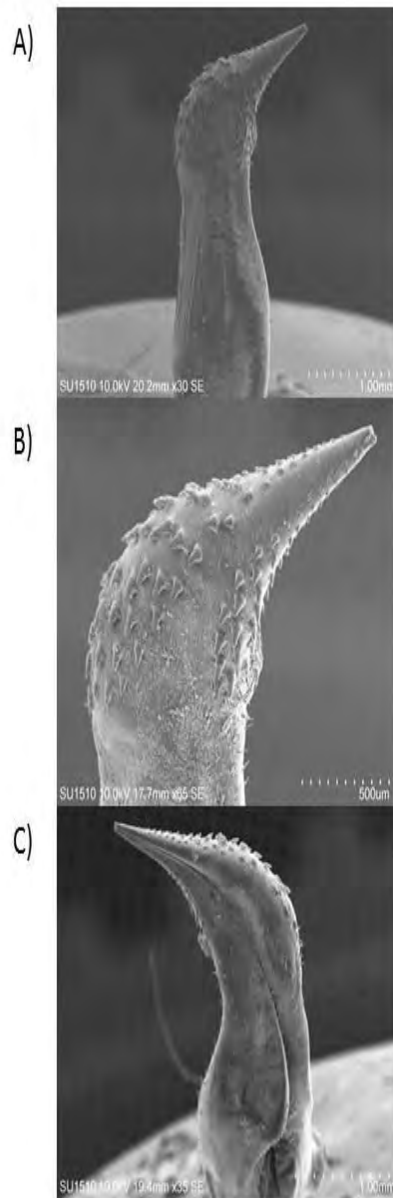


Fig. 3.11. Pleópodo del macho de la población del sitio “San Juan Chocolatito, Palenque, Chiapas, (Cuenca del Usumacinta)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 44°.

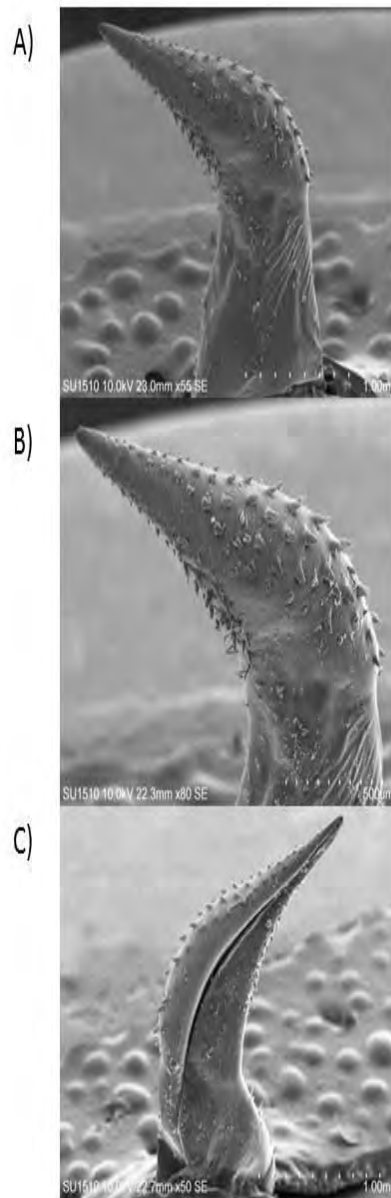


Fig. 3.12. Pleópodo del macho de la población del sitio “Río Pac / Río Hondo, Chiapas, (Cuenca Grijalva)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 50°.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

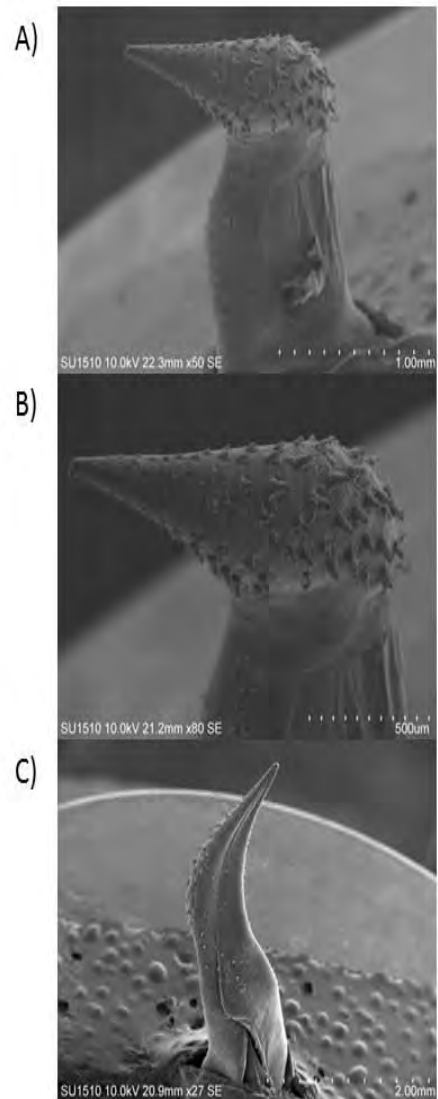
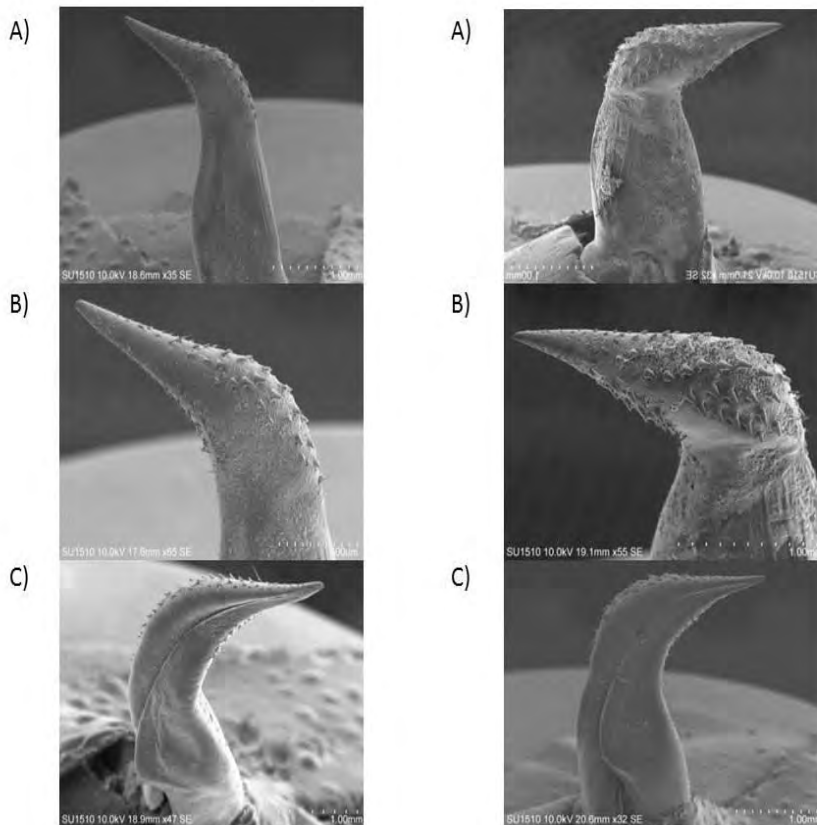


Fig. 3.13. Pleópodo del macho de la población del sitio “La Preciosa, Limar, Tila, Chipas, (Cuenca del Grijalva)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 68°.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

**C)** *Avotrichodactylus constrictus* morfotipo 3 pleópodos con espacios grandes sin espinas.

La característica de las variantes con espacios gruesas sin espinas se presenta solamente en dos cuencas, Grijalva y el Usumacinta, en los estados de Chiapas y Tabasco. En las figs. 3.14, 3.15, y 3.16, se observa las espinas de tipo rombo y su línea gruesa sin espinas, una de las poblaciones se colectaron en un mismo sitio en diferente fecha como se muestra en la figura 1.14, el cual fue colectado en Parque Nacional Palenque, Chiapas Cuenca del Grijalva y se muestra en la figura 3.15.



<p>Fig. 3.14. Pleópodo del macho de la población del sitio "Puente San Eduardo, Chapas (Cuenca del Grijalva)". A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 32°.</p>	<p>Fig. 3.15. Pleópodo del macho de la población del sitio "Parque Nacional Palenque, Chiapas, (Cuenca Grijalva)". A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 40°.</p>
---	---

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

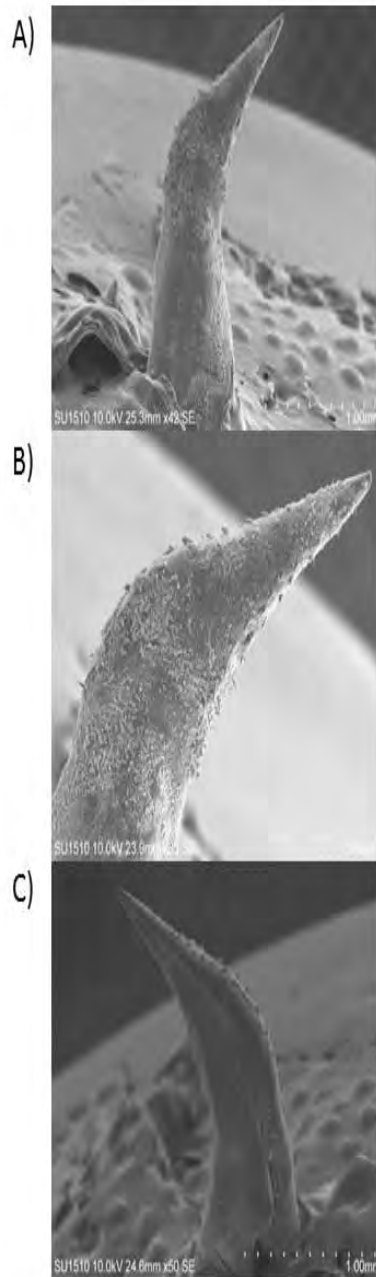


Fig. 3.16. Pleópodo del macho de la población del sitio “Santa Mónica, Tabasco, (Cuenca del Grijalva)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 45°.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.



**D) *Avotrichodactylus* sp.1 (Espinass Agudas y Delgadas).**

Entre las poblaciones colectadas, se encontró una población morfológicamente distinta de aquellas especies para el complejo de *Avotrichodactylus constrictus* previamente reportadas. Ya que sus espinas son diferentes, pues presenta espinas de tipos agudas y delgadas y no rombo, además de que su distribución es distinta ya que solamente cuenta con espinas en la parte superior de la cabeza e inferior, teniendo un hueco sin espinas en la parte central de esta, como se muestra en la fig. 3.17, dicha población se colectó en los límites de Chiapas y Tabasco en la cuenca del Grijalva.

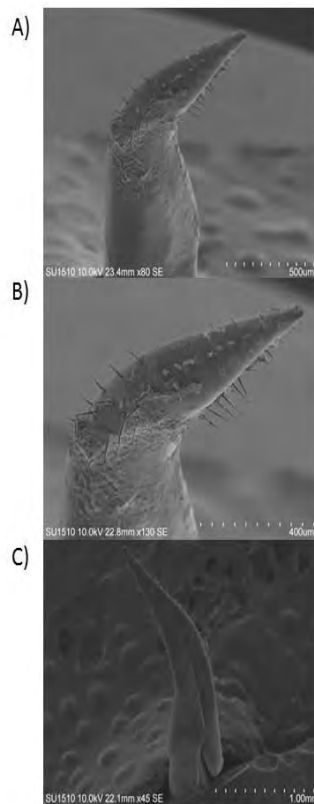


Fig. 3.17. Pleópodo del macho de la población del sitio “Límite Chiapas - Tabasco, (Cuenca del Grijalva)”. A) Vista lateral, B) Acercamiento del ápice del pleópodo; c) Vista mesial. Inclinación del pleópodo 45°.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

**E)** Análisis del tipo de espinas del complejo *Avotrichodactylus constrictus*.

En el análisis de las fotografías se pudo observar que hay tres tipos de espinas una de tipo rombo, espinas unidas por placas y espinas de tipo agudas y delgadas. En la siguiente lámina se muestran dos imágenes de tipo de espinas simples (rombo), imagen A y B, donde se ven con claridad las espinas simples y las imágenes C y D, muestran las especies con espinas de tipo rombo unidas por placas, dichas especies fueron colectadas en la cuenca del Grijalva en el estado de Chiapas, y finalmente la imagen E muestra las espinas de tipo agudas, población colectada en la cuenca del Grijalva entre los límites de Chiapas.

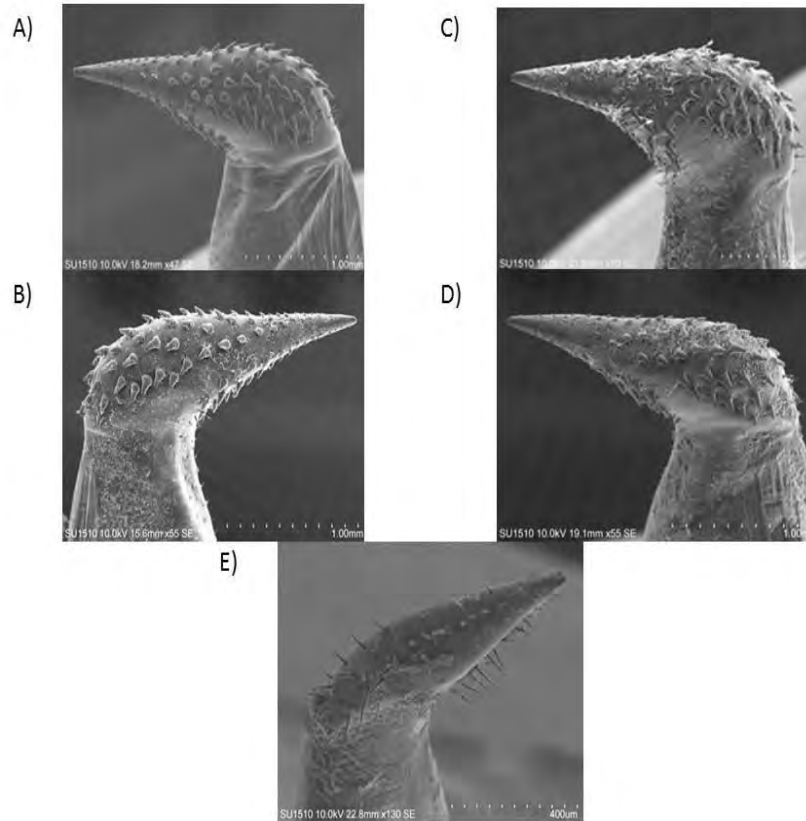


Fig 3.18. Pleópodo del macho y sus diferenciaciones de espinas: tipo rombo, unidos por placas y de tipo agudas.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

**C) Análisis de micrografía electrónica de los pleópodos del macho: Complejo *Avotrichodactylus oaxensis* y su variabilidad.**

i) *Avotrichodactylus oaxensis* y *Avotrichodactylus* sp.2. (El Rosario).

En *Avotrichodactylus oaxensis* fig. 4.1, se puede observar que su gonópodo es recto a diferencia de *Avotrichodactylus constrictus* fig. 3.1, que tiene una curvatura definida. Sin embargo, esta especie presenta un complejo de poblaciones que analizaremos empezando con *Avotrichodactylus* sp.2 (El Rosario), que en primera instancia es similar a *A. oaxensis*, pero tiene una cobertura de espinas, más definida en la parte media y se prolonga recta en la parte apical (Fig. 4.2).

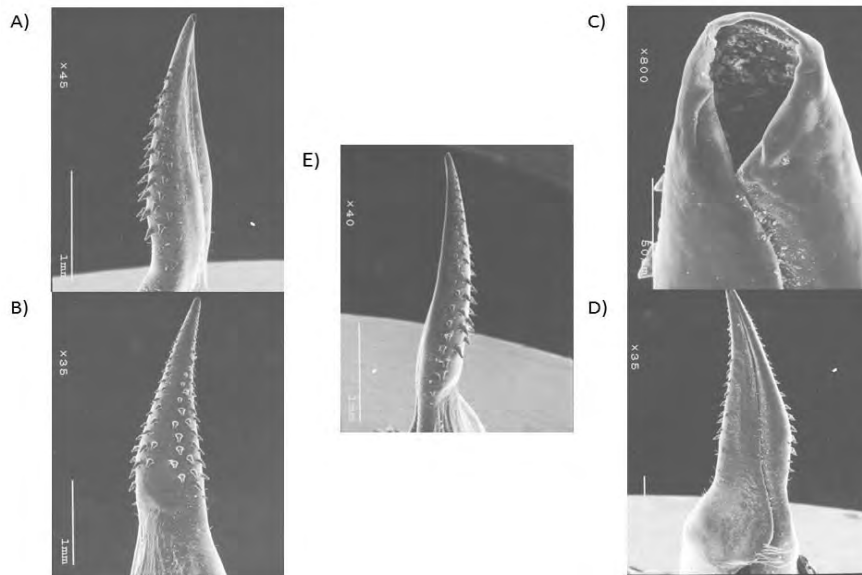


Fig. 4.1. Pleópodo del macho colectada en el sitio "Frontera entre Corrales, Cerro Mojarra y Bueno Aires, Oaxaca, cuenca del Papaloapan" a) vista lateral del pleópodo b) Acercamiento del ápice del pleópodo dorsal c) Vista mesial del Pleópodo d) Acercamiento del ápice del pleópodo, vista caudal e) Vista dorsal del pleópodo.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

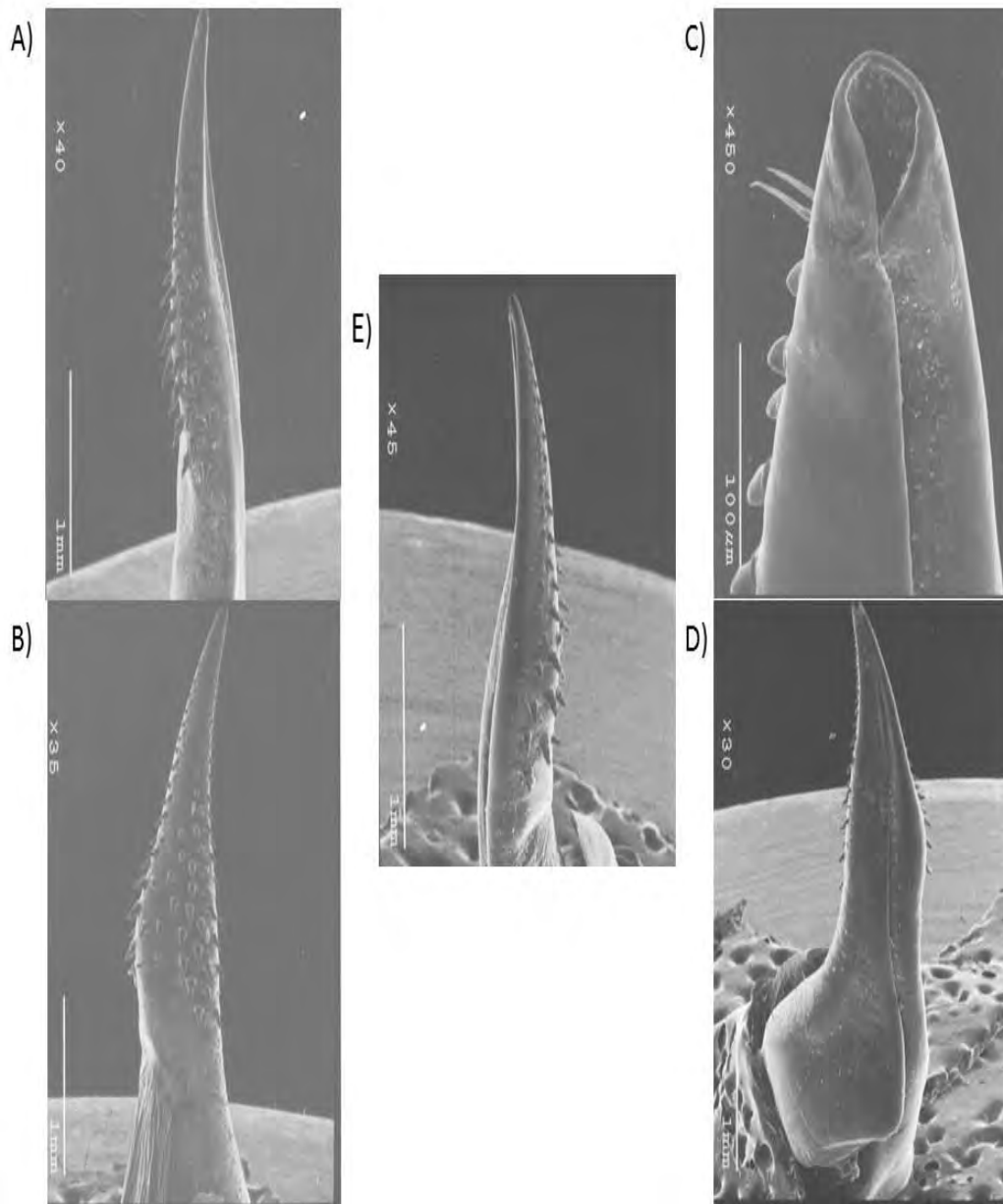


Fig. 4.2. Pleópodo del macho colectado en sitio “El Rosario, Veracruz, cuenca del Papaloapan”, a) vista lateral del pleópodo b) Acercamiento del ápice del pleópodo dorsal c) Vista mesial del Pleópodo d) Acercamiento del ápice del pleópodo vista caudal e) Vista dorsal del pleópodo.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

- ii) *Avotrichodactylus* sp. 3 (Río Blanco) y *Avotrichodactylus* sp. 4 (Curucuenda).

Otras dos poblaciones colectadas de *Avotrichodactylus* complejo *A. oaxensis* fueron en el Río Blanco, Veracruz fig. 4.3, y en Arroyo Curucuenda fig. 4.4, que son distintas a *A. oaxensis*. La primera población colectada en Río Blanco Veracruz (*Avotrichodactylus* sp. 3), presenta una estructura del gonópodo recto con una pequeña curvatura en la parte media. Sin embargo, es más delgada que las de *A. oaxensis* fig. 2.1, e inclusive con *Avotrichodactylus* sp 2 (El Rosario), fig. 4.2. Mientras que *Avotrichodactylus* sp. 4 (Arroyo Curucuenda), tiene como característica distintiva que su gonópodo es delgado pero con dos curvaturas tanto en la parte superior como inferior y termina en línea recta.

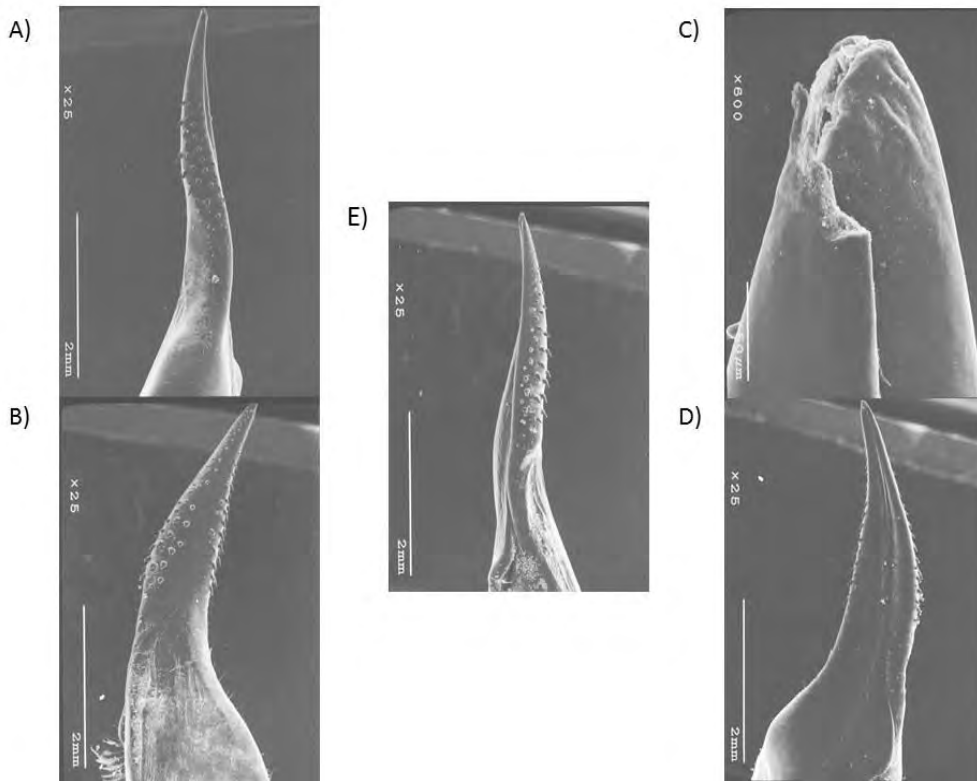


Fig. 4.3. Pleópodo del macho colectada en el sitio “Río Blanco, Veracruz, cuenca del Papaloapan”, a) vista lateral del pleópodo b) Acercamiento del ápice del pleópodo dorsal c) Vista mesial del Pleópodo d) Acercamiento del ápice del pleópodo vista caudal e) Vista dorsal del pleópodo.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

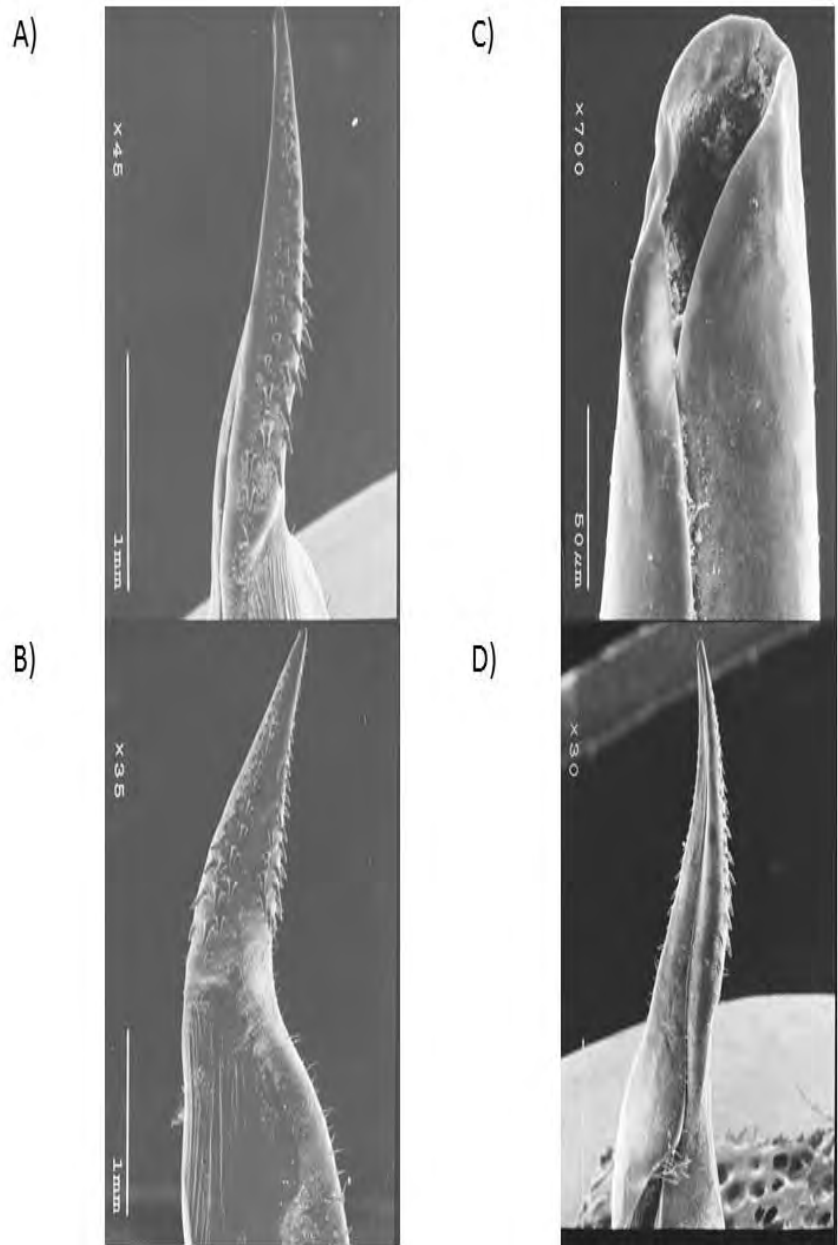


Fig. 4.4. Pleópodo del macho colectada en el sitio "Arroyo Curucuenda, Veracruz, Cuenca del Papaloapan" a) vista dorsal del pleópodo macho b) Acercamiento del ápice del pleópodo dorsal c) Vista mesial del pleópodo d) Acercamiento del ápice del pleópodo vista caudal.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

**D) Análisis del grado de inclinación de los parte apical de los pleópodos del complejo *Avotrichodactylus constrictus*.**

Como parte de los resultados podemos destacar la gran diferencias de los grados de inclinación de los gonópodos de *Avotrichodactylus constrictus* colectados en las cuencas del Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta, el grado de inclinación varían desde los 25° hasta los 73°, como se muestra en la figura 5.



Vista lateral del pleópodo macho, en la población del sitio , Parque Nacional Palenque, Chiapas, Cuenca del Grijalva, con una inclinación de 25°.



Vista Mesial del pleópodo macho, en la población del sitio , Ríos las cuevas, poblado la laguna, Veracruz, Cuenca del Coatzacoalcos con una inclinación de 30°.



Vista Mesial del pleópodo macho, en la población del sitio , Arroyo 2, al camino al poblado Cuactemoc Cárdenas, Chiapas, Cuenca del Grijalva , con una inclinación de 35°.



Vista Mesial del pleópodo macho, en la población del sitio , Puente San Eduardo, poblado la laguna, Veracruz, Cuenca del Grijalva, con una inclinación de 40°.

E)



Vista Mesial del pleópodo macho, en la población del sitio , Río de Cascada, Parque Nacional Palenque, Chiapas, Cuenca del Grijalva, con una inclinación de 45°.

F)



Vista Mesial del pleópodo macho, en la población del sitio , Tiamo Pac / Río Hondo, Salto de Agua, cuenca del Grijalva, con una inclinación de 50°.

G)



Vista Lateral del pleópodo macho, en la población del sitio , Río Misolha, Francisco I. Madero, Salto de Agua, Chiapas, Cuenca del Grijalva , con una inclinación de 55°.

H)



Vista Mesial del pleópodo macho, en la población del sitio, Chivaltic, salto de Agua, Chiapas, Cuenca del Grijalva, con una inclinación de 60°.



I)



Vista Mesial del pleópodo macho, en la población del sitio, Arroyo entrada, Pasoaquea, Catemaco, Veracruz, Cuenca de Catemaco, con una inclinación de 73°.

Fig. 5. Se muestra en los grados de inclinación de los pleópodos: A) 25°, B) 30°, C) 35°, D) 40°, E) 45°, F) 50°, G) 55° H) 60° y I) 73°.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

### **E) Análisis de los valores ambientales registrados.**

El análisis ambiental, a través del método de agrupamiento, mostró que los sitios forman dos grandes grupos (Fig. 6) y que se definen de la siguiente forma:

- 1) El primer grupo, tiene una variación respecto al pH de 6.52 a 8.22; la salinidad va de los 0 a 0.3 ppt, mientras que la profundidad mínima es de 0.5 y máxima de 1.5 m; registrando una temperatura menor de 16.2°C a 1,428 msnm y 30.4°C a 132 msnm.
- 2) El segundo grupo presenta una variación respecto a la altitud, ya que oscila entre los 11 a 622 metros sobre el nivel del mar (msnm); el pH varía de 6.12 a 9.6; su salinidad aunque el rango pareciera importante se encuentra en de 0 a 10.3 ppt incrementándose a salobre y respecto a la temperatura es similar al primer grupo, es decir que va de 14.6°C a 560 msnm a 35°C a 50 msnm.

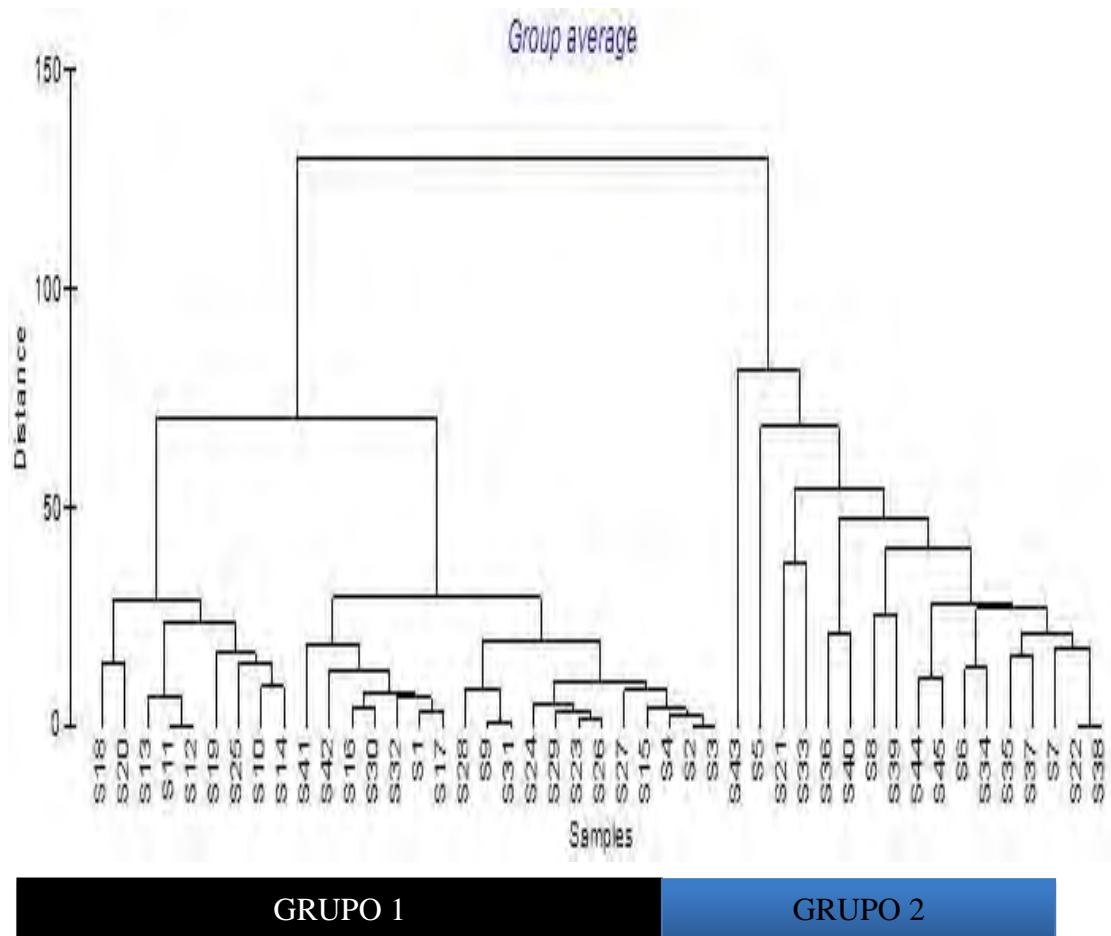


Fig. 6.- Análisis de agrupamiento de los sitios en donde se colectaron organismos de la familia Trichodactylidae.

**Grupo 1:** (S18) Río seco, Chiap. Usumacinta, (S20) Puente mexquito, Tlacoltapa, Tab., Grijalva, (S13) Camino a balneario Agua Blanca, Arroyo del puente Muscupana Tab., Grijalva, (S11 y S12) Santa Mónica, Tab., Grijalva, (S19) Ejido Ángel Albino, Corzo, Palenque, Río Agua Esmeralda, Chis., Usumacinta, (S25) Arroyo tipo ojo de agua Metzabok, potrero, Chiap., Grijalva, (S10) 2° Arroyo Wileb-Há, Palenque, Chis., Usumacinta, (S14) Límite Chiapas, Tab., Grijalva, (S41) Frontera entre Corrales, Cerro Mojarro y Bueno Aires, Oax., Papaloapan, (S42) Tezonapa, Ver., Papaloapan, (S16) Arroyo Redención del Campesino, Tenosique Tabasco Camino al Ceibo, Tab., Usumacinta, (S30) Arroyo Jolha, Chis., Usumacinta, (S32) Misolha, Chis., Grijalva, (S1) Río las cuevas, Poblado la Laguna, Veracruz, Coatzacoalcos, (S17) Rojo Gómez, Tenosique, Tab, Usumacinta, (S28) Nueva Esperanza, Ocosingo, Chis., Grijalva, (S9) Cascada de Wilib-Há, Palenque, Chiap., Usumacinta, (S31) Arroyo 2, Camino al poblado Cuáctemec Cárdenas, Chis., Grijalva, (S24) Arroyo entrada, Pasoaquea, Ver., Catemaco, (S29) San Juan, Chocalaito, Palenque, Chis., Usumacinta, (S23) Arroyo Nahá Puente, Chis., Grijalva, (S26) Carretera Nahá-Nua, Puente-Arroyo, Chiap., Grijalva, (S27) Carretera Altamirano, Comitán, Chiap., Usumacinta, (S15) Balneario Agua Blanca, Arrollo de la entrada, Muscupana, Tab., Grijalva, (S4) Río Shupa, Chis., Usumacinta, (S2 y 3) Río las cuevas, Poblado la Laguna, Ver., Coatzacoalcos.

**Grupo 2:** (S43) Alvarado, Ver., Papaloapan, y (S5) Río grande Grutas, Teapa, Tabasco, Grijalva, (S21) Francisco y Madero, Chis., Grijalva, (S33) Milsolha, Chis., Grijalva, (S36) Río frío/río chinal, el Limar, Tila, Chiapas, Grijalva y (S40) El Rosario, Veracruz, Papaloapan, (S8) Frente a Orquidiario, Parque Nacional Palenque, Chis., Grijalva, (S39) Puente antes de Curocuenda, Ver., Papaloapan, (S44 y 45) Río Blanco A y B, Ver., cuenca del Papaloapan, (S6) Parque Nacional Palenque, entrada del parque, chis., Grijalva, (S34) Chivaltic, Salto de Agua, Chis., Grijalva, (S35) Tiamo Pac/Río Hondo, Salto de Agua, Chis., Grijalva, (S37) La Preciosa, Limar, Tila, Chis., Grijalva, (S7) Parque Nacional Palenque, Chis., Grijalva, (S22) Peña Limonar, Chis., Grijalva, (S38) Río Misolha, Francisco I. Madero, Salto de Agua, Chis., Grijalva.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

En un análisis más fino de la misma figura 6 se observa los dos principales grupos subdividido en varios subgrupos; el primer subgrupo está conformado por los sitios **18, 20, 13, 11, 12, 19, 26, 10, 14**; dichas poblaciones están distribuidas en las cuencas de Catémaco, Grijalva y Usumacinta, este subgrupo se subdivide en subconjuntos los cuales determinan la distribución geográfica influenciadas por sus factores fisicoquímicos. El primer conjunto de poblaciones que se muestra en la gráfica es el sitio 18 (Río Seco, Chiapas, Usumacinta), el Sitio 20 (Puente Mexquito, Tlacolapa, Tab., Grijalva), aunque son sitios separados ya que pertenecen a distintas cuencas y sus variables físico-químicas son bastante similares como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Variables fisicoquímicas del primer subconjunto

Sitio	pH	Salinidad	O <sub>2</sub> mg/l	Profundidad	Temperatura	O <sub>2</sub> %	Altura
S 18	7	0.1	5.5	1	25.9	65	200
S 20	7	0.2	8.01	1.5	25.1	10.13	81

El siguiente subconjunto agrupado son los sitios 13 (Camino a Balneario Agua Blanca, Arroyo del puente Muscupana Tab., Grijalva) cabe puntualizar que el Sitio 11 y 12, son la misma localidad pero diferente punto de muestreo (Santa Mónica, Tab., Grijalva), aquí podemos observar que las variables físico-químicas son similares pero la altura es la variable más parecida entre ellas.

Tabla 2. Variables fisicoquímicos del segundo subconjunto.

Sitio	pH	Salinidad	O <sub>2</sub> mg/l	Profundidad	Temperatura	O <sub>2</sub> %	Altura
S 11	6.12	0.1	2.63	0.5	27.3	28.3	125
S 12	6.12	0.1	2.63	0.5	27.3	28.3	125
S 13	7.2	0.3	3.05	0.25	30.4	40.2	132

Los siguientes dos subconjuntos son el Sitio 19 perteneciente a (Ejido Ángel Albino, Corzo, Palenque, Río Agua Esmeralda, Chiap., Usumacinta), el Sitio 25 (Arroyo tipo ojo de agua Metzabok, potrero, Chiap., Grijalva), el Sitio 10 (2do Arroyo Wileb-Há, Palenque, Chiap., Usumacinta) y el Sitio 14 (Límite Chiapas, Tab., Grijalva), donde se puede observar que los Sitios 19 y 25, son sitios que no tienen una relación aparente con el sitio 10 y 14, ya que sus variables fisicoquímicos no son similares como se muestran la tabla 3, mientras que los otros dos mantienen una relación en la concentración de oxígeno.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

Tabla 3. Variables fisicoquímicas del tercer subconjunto

Sitio	pH	Salinidad	O <sub>2</sub> mg/l	Profundidad	Temperatura	O <sub>2</sub> %	Altura
S 19	8.22	0.3	4.27	0.4	21.2	53.2	119
S 25	6.76	0.2	4.42	0.7	15.9	50.9	495
S 10	3.03	0.2	1.4	0.5	16.8	24.3	100
S 14	5.84	0.1	1.65	0.5	27.3	21.6	127

Por lo que se refiere a la relación que existen en el primer subgrupo podemos observar que las variables fisicoquímicas, que hacen que existan esta relación entre sí son la salinidad que va de 0.1 a 0.3, la profundidad que no es mayor a 1.5, y la mayoría de poblaciones se encuentra debajo del metro, otra determinante es la altura sobre el nivel del mar, donde se encuentran dichos arroyos de las distintas cuencas, ya que estos oscilan entre los 100 msnm y los 200 msnm. Sin embargo, se encontró una población por debajo de los 100 msnm y otra arriba de los 400 msnm y por sus condiciones climáticas se relaciona directamente con el resto, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Variables fisicoquímicas, del primer subgrupo.

Sitio	pH	Salinidad	O <sub>2</sub> mg/l	Profundidad	Temperatura	O <sub>2</sub> %	Altura
S 18	7	0.1	5.5	1	25.9	65	200
S 20	7	0.2	8.01	1.5	25.1	10.13	81
S 13	6.12	0.1	2.63	0.5	27.3	28.3	125
S 11	6.12	0.1	2.63	0.5	27.3	28.3	125
S 12	7.2	0.3	3.05	0.25	30.4	40.2	132
S 19	8.22	0.3	4.27	0.4	21.2	53.2	119
S 25	6.76	0.2	4.42	0.7	15.9	50.9	495
S 10	3.03	0.2	1.4	0.5	16.8	24.3	100
S 14	5.84	0.1	1.65	0.5	27.3	21.6	127

El segundo subgrupo está conformado por los sitios: 41, 42, 16, 30, 32, 1, 17, 28, 9, 31, 24, 29, 23, 26, 27, 15, 4, 2, 3, pertenecientes a las cuencas Coatzacoalcos, Grijalva, Usumacinta y Papaloapan.

En este caso existen sitios que no presentan una relación estrecha entre ellos como son los sitios 41 (Frontera entre Corrales, Cerro Mojarra y Bueno Aires, Oax., Papaloapan), el 42 (Tezonapa, Ver., Papaloapan), el 16 (Arroyo Redención del Campesino, Tenosique Tabasco Camino al Ceibo, Tab., Usumacinta), el 30 (Arroyo Jolha, Chis, Usumacinta), el 32 (Misolha, Chiap., Grijalva), el 1 (Río las cuevas, Poblado la Laguna, Veracruz, Coatzacoalcos) y el 17 (Rojo Gómez, Tenosique, Tab, Usumacinta), los datos ambientales de todos estos sitios se muestran en la tabla 5.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

Tabla 5. Variables Físicoquímicos del segundo subgrupo, del primer subconjunto.

Sitio	pH	Salinidad	O <sub>2</sub> mg/l	Profundidad	Temperatura	O <sub>2</sub> %	Altura
S41	7.49	0.2	3.3	1	24.4	39.7	258
S42	7.82	0.2	8.23	0.2	24.4	94	574
S16	7.49	0.2	1.86	0.8	26.4	23.4	315
S30	5.56	0.2	3.28	0.5	24.5	39.3	1004
S32	7.8	0.3	0.98	1	18.6	13.1	70
S1	6.55	0.1	1.76	1	27.8	22.5	282
S17	7.24	0.1	9.8	1	26.5	100	200

Aquí podemos observar cómo el S41 y S42 presentan similar valor en la temperatura, pero el factor que influye que estos dos sean independientes de los demás es que pertenecen a la cuenca hidrológica Papaloapan. Sin embargo, mantienen una similitud de valores físicoquímicos con el resto de los sitios; el S16 y S30, son sitios de la cuenca del Usumacinta presentando valores semejantes en la salinidad y profundidad; también es evidente que los valores de altitud son totalmente diferentes; el S32 presenta valores similares en el pH y la salinidad aunque es parte de la cuenca del Grijalva, y se tiene a una altura de 70 msnm; el S1 y el S17 tienen valores similares, pero estos sitios pertenecen a cuencas distintas, (Coatzacoalcos y Usumacinta respectivamente), según lo que se muestra en la tabla 5, lo que puede estar determinando las similitudes, son la salinidad de 0.1, la profundidad de 1m, la temperatura que es menor a un grado centígrado de diferencia, la altura ya que existen por arriba de los 200 msnm y no pasando los 300 msnm. Todos estos sitios tienen similitudes significativas en los valores químicos y físicos ya que en los ríos donde se encontraron tienen una salinidad similar de 0.1 a 0.3. La mayoría de este subgrupo se encuentra en ríos de un metro de profundidad o por debajo de éste; es decir, de 0.2 a 1 m, la altura no influye en su distribución geográfica ya que se encontraron desde los 70 msnm hasta los 1,004 msnm.

El siguiente subconjunto, lo comprenden el Sitio 28 (Nueva Esperanza, Ocosingo, Chiap., Grijalva), el Sitio 9 (Cascada de Wilib-Há, Palenque, Chiap., Usumacinta), el Sitio 31 (Arroyo 2, Camino al poblado Cuahutemoc Cárdenas, Chiap., Grijalva), estos tres sitios presentan una cierta similitud, aunque el S28 presenta una independencia entre estos dos. Sin embargo, se relacionan de acuerdo a sus variables similares. Otro subconjunto lo comprenden el Sitio 24 (Arroyo entrada, Pasoaquea, Ver., Catemaco), el Sitio 29 (San Juan, Chocalaito, Palenque, Chis., Usumacinta), el Sitio 23 (Arroyo Nahá Puente, Chis., Grijalva), el Sitio 26 (Carretera Nahá-Nua, Puente-Arroyo, Chis., Grijalva), estos cuatro sitios presentan

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

ciertas similitudes aunque el S24 y el S29, aparecen como sitios independientes, coincidiendo que pertenecen a dos cuencas (Catémaco y Usumacinta). Un último subconjunto está formado por el Sitio 27 (Carretera Altamirano, Comitán, Chis., Usumacinta), el Sitio 15 (Balneario Agua Blanca, Arroyo de la entrada, Muscupana, Tab., Grijalva), el Sitio 4 (Río Shupa, Chiap., Usumacinta), el S2 y S3 (Río las cuevas, Poblado la Laguna, Ver., Coatzacoalcos), estos cinco sitios presentan una independencia entre si excepto el S2 y S3, ya que es el mismo sitio pero estaciones distintas.

Tabla 6. Variables Físicoquímicas del segundo subgrupo.

Sitio	pH	Salinidad	O <sub>2</sub> mg/l	Profundidad	Temperatura	O <sub>2</sub> %	Altura
S 28	7.63	0.2	4.72	0.5	21	51.3	580
S 9	3.03	0.2	1.4	0.5	16.8	24.3	634
S 31	7.41	0.3	3.5	0.5	23.2	31.7	300
S 24	7.83	0.1	4.3	0.5	25.3	65	231
S 29	7	0.1	3.8	0.5	27.9	54.7	400
S 23	7.93	0.2	4.96	1	15.8	57	485
S 26	7.85	0.2	2.56	0.5	14.6	25.1	560
S 27	8.03	0.3	5.61	0.5	16.2	21.2	1428
S 15	6.48	0.1	3.18	0.22	24.5	42.3	545
S 4	7.33	0.2	3.34	0.5	24.8	40.6	622
S 2	6.52	0	2.25	0.5	25.3	35.2	586
S 3	6.52	0	2.25	0.5	25.3	40.2	586

El sitio 28, 9 y 31, presentan una similitud a la salinidad del 0.2, a profundidad de los ríos de 0.5, siendo estos tres variables los únicos en los que existe similitud, ya que dos pertenecen a cuenca del Grijalva y un a Usumacinta, a pesar de que la altitud es variable ya que se encontraron desde los 300 hasta los 580 msnm.

Los sitios 24, 29, 23 y 26, presentan similitudes en los parámetros físicoquímicos, en el pH de 7.83 a 7.93, salinidad de 0.1 para los sitios de Catémaco y Usumacinta, y para los del Grijalva fue de 0.2, profundidad de 0.5 a 1 m, pero no presentan similitud en la altitud ya que va de desde los 231 hasta los 560 msnm.

En los sitios 27, 15, 4, 2 y 3, se observa cierta similitud. Sin embargo, cabe recalcar que el S4, presentó una salinidad de 0.7 y siendo el sitio con más baja altitud a 51 msnm, pero aun así mantiene su asociación con el resto del subconjunto, esto se puede deber a que pertenece a la misma cuenca que el S15 y al S2, el S27 se puede decir que es independiente al subconjunto por pertenecer al Usumacinta; entre las variables que favorecen su interacción, están la

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

profundidad menor a un metro, es decir de 0.22 a 0.5cm, respecto a la altitud fue desde los 51 msnm hasta los 1428 msnm.

El segundo grupo está conformado por los sitios 43, 5, 21, 33, 36, 40, 8, 39, 44, 45, 6, 34, 35, 37, 7, 22 y 38. Los sitios independientes son el S43 perteneciente (Alvarado, Ver., Papaloapan) y el S5 (Río grande Grutas, Teapa, Tabasco, Grijalva), los el primer sub grupo está relacionado con los Sitios 21 (Francisco y Madero, Chiap., Grijalva) y S33 (Milsolha, Chiap., Grijalva), ambas poblaciones pertenecen a la cuenca del Grijalva; el segundo sub grupo son el S36 (Río frío/río chinal, el Limar, Tila, Chiapas, Grijalva) y S40 (El Rosario, Veracruz, Papaloapan), estos dos sitios comparten similitudes a pesar de pertenecer a cuencas distintas; el tercer subgrupo está conformado por dos subconjuntos, estos son: S8, S39, S44, S45, S6, 34, S35, S37, S7, S22, S38; el primer subconjunto se separa de resto pero manteniendo su relación con estos, el S8 (Frente a Orquidiario, Parque Nacional Palenque, Chiap., Grijalva) y el S39 (Puente antes de Curocuenda, Ver., Papaloapan), estos sitios aunque son de diferentes cuencas presentan ciertas similitudes en sus variables fisicoquímicas. El segundo subconjunto es el S44 y S45, pertenecientes al Río Blanco A y B, Ver., cuenca del Papaloapan; tercer subconjunto es el S6 (Parque Nacional Palenque, entrada del parque, Chis., Grijalva) y S34 (Chivalentic, Salto de Agua, Chiap., Grijalva), estos son de las misma cuenca; el cuarto subconjunto es el S35 (Tiamo Pac/Río Hondo, Salto de Agua, Chis., Grijalva) y S37 (La Preciosa, Limar, Tilala, Chis., Grijalva), el S7 (Parque Nacional Palenque, Chiap., Grijalva), S22 (Peña Limonar, Chiap., Grijalva) y S38 (Río Misolha, Francisco I. Madero, Salto de Agua, Chiap., Grijalva), estas poblaciones pertenecen a la misma cuenca, por lo que mantienen una relación similar en sus factores fisicoquímicos, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Variables fisicoquímicas del segundo grupo.

Sitios	pH	Salinidad	O <sub>2</sub> mg/l	Profundidad	Temperatura	O <sub>2</sub> %	Altura
S 43	7.74	10.3	3.87	0.6	30.8	67	11
S 5	7.11	0.7	3.58	0.5	26.3	35.6	51
S 21	8	0.3	4.9	0.5	22.2	56.4	65
S 33	7.8	0.3	0.98	1	18.6	13.1	70
S 36	8	0.2	6.9	1	21.4	64.8	20
S 40	9.6	0	17.8	0.8	35	100	50
S 8	7.29	0.2	3.41	0.1	24.7	41.3	44
S 39	7.41	0.3	3.5	1	23.2	31.7	50
S 44	7.75	0.3	3.2	0.7	28.8	58.5	13
S 45	7.75	0.3	4.5	0.7	28.8	58.5	13
S 6	6.55	0.3	2.87	0.15	26.7	37.4	78

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.



S 34	8	0.2	3.74	0.5	23.6	44.1	81
S 35	8	0.2	4.1	2	22.7	47.5	72
S 37	8	0.2	7.69	1.5	22.4	88.8	57
S 7	7.29	0.2	3.41	0.6	24.7	41.3	
S 22	8.04	0.2	5.26	0.8	15.8	59.2	547
S 38	8	0.3	4.9	0.5	22.2	56.4	65

En la tabla 7, se muestran los valores de las variables fisicoquímicas de los sitios del Grupo 2, en donde las variables más similares son: el pH, la salinidad y la profundidad de los ríos; a pesar de que las poblaciones colectas se encuentran en distintas alturas sobre el nivel del mar, el único caso considerable podríamos decir que son los del río Papaloapan ya que en estos sitios habita *A. oaxensis*. Sin embargo, presentan similitudes con los otros sitios.

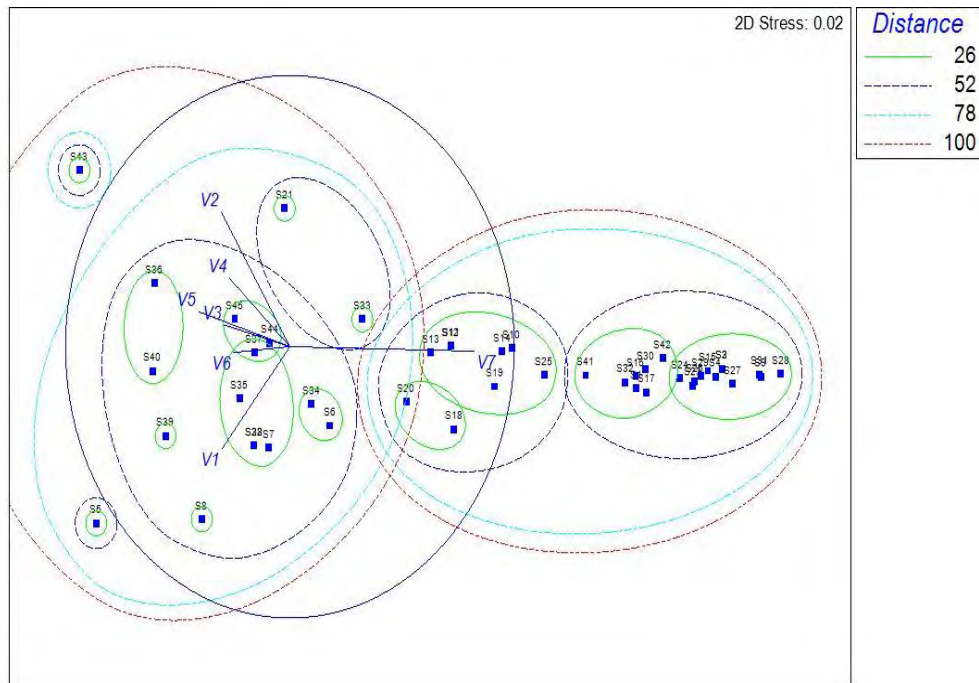


Fig. 7. Análisis de agrupamiento 2S MSD, de las variables del pH, salinidad, temperatura, O<sub>2</sub> m/l, profundidad, O<sub>2</sub> y altitud.

El análisis ambiental dio por resultado la determinación de dos tipos de hábitats distribuidas de la siguiente forma:

- 1) Aquellos sitios que tienen pH entre el 6.55 y 9.6, con una salinidad de 0 a 10.3, oxígeno promedio entre 0.98 a 17.8 mg/l, profundidad de 0.5 a 2 m, la temperatura oscila entre los 18.6 a 35°C, concentración de oxígeno de 13.1 a 100, cabe decir que estas poblaciones se colectaron por debajo de los 100 msnm.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

- 2) Aquellos sitios que están determinados por la variable altitudinal que va de los 20 msnm hasta los 1428 msnm, pH de 3.03 a 8.22, salinidad de 0 a 0.7, oxígeno promedio de 1.4 a 9.8 mg/l, profundidad de 0.2 a 1.5 m, temperatura oscila entre 14.6 a 30.4°C, concentración de oxígeno 10.3 a 100.

Estos dos grupos que se muestran en la fig. 7, y dichos resultados se evidencian en el análisis de agrupamientos que se realizó, como se ve en la fig. 6., En donde se observa que todos los sitios comparten factores ambientales similares, aunque hay grupos que se separan, como el caso del sitio 43, el cual se colecta a 11 msnm y su salinidad es de 10.3, sin embargo comparte condiciones parecidas al resto de los sitios..

## Discusión

La información de estudios que existen para la familia Trichodactylidae en México es escasa ya que sólo se han tomado en cuenta para el estudio filogenético y biogeográfico (Rodríguez, 1982, 1986, 1992), Magalhaes y Turkey (1996), Morrone y Lopretto (1996, 1997), Collins *et al.* (2002) y von Sterberg (1997, 1998), además Morrone y Lopretto (2001) y recientemente Ojeda *et al.*, (2013).

Este trabajo muestra la distribución de las poblaciones en el sureste de México en donde se registró un total de 41 poblaciones en las cuencas del Usumacinta, Grijalva, Papaloapan, Catemaco y Coatzacoalcos; donde se obtuvo mayor concentración de poblaciones fue la cuenca del Grijalva con 21, la segunda cuenca con una mayor concentración de poblaciones fue la del Usumacinta con 10, la tercera fue la del Papaloapan con 7 y finalmente las cuencas de Catemaco y Coatzacoalcos con 1 registro respectivamente. Pero esto no significa que en la cuenca del Grijalva exista una mayor diversidad a comparación de las otras, ya que estos registros obtenidos implican mucho el esfuerzo y dedicación del investigador.

En la cuenca del Papaloapan sólo se registraron poblaciones de *Avotrichodactylus oaxensis*, por lo contrario la que tiene mayor presencia en las distintas cuencas fue *Avotrichodactylus constrictus*, la cual presenta una morfología que se asemeja a la cabeza y cuello de una ave y presenta una curvatura más prolongada, respecto a *A. oaxensis* presenta un ápice completamente recto, línea media ondulada cercana a la base (Ojeda, 2013). Cabe mencionar que *A. constrictus* fue registrado en cuatro cuencas el Grijalva, Usumacinta, Coatzacoalcos y Catemaco; mientras que *A. oaxensis* se registró solamente en la cuenca del Papaloapan y una población bien diferenciada del complejo *A. constrictus* en el Grijalva, ya que este cuenta con espinas muy peculiares de tipo agudas, delgadas y necesitará un estudio más detallado para determinar esta variedad de *Avotrichodactylus*.

Con lo que respecta a la morfología encontrada en las distintas poblaciones podemos observar la variabilidad de las inclinaciones de los pleópodos que varían

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

entre los 25° a 73° las cuales determinan una peculiaridad en la distribución de las distintas poblaciones como se mencionan a continuación.

En la cuenca del Grijalva la variación es de 25° a 68°, en el Usumacinta se observó que la curvatura de los pleópodos varía entre los 31° a 62°, en la cuenca del Coatzacoalcos fue de 30° y la de Catemaco 73°, el cual fue el mayor grado de inclinación registrado. A lo que respecta a las espinas se constató que existen una variabilidad en la distribución de las espinas, ya que se pudo identificar, cuatro variantes, (1) huecos entre las espinas, (2) líneas sin espinas, (3) líneas gruesas sin espinas, (4) espinas de tipo agudas y delgadas. Por lo que se puede mencionar que estos tipos de variantes se pueden adjuntar que dichas variaciones se puede deber por efecto de la variación ambiental como menciona Bradshaw (1965), quien reportó que las características de la forma cambian por efecto de la variación ambientales; en el caso de los crustáceos ha sido reportada a nivel genético (Shram, 1986) quien menciona que dicha capacidad de especializar y modificar su patrón corporal es la que les confiere la elevada diversificación y adaptación a diferentes condiciones ambientales e estos individuos.

Las condiciones de los sitios donde se colectaron estas poblaciones presentan una similitud en los factores fisicoquímicos, la mayoría se encontraron en ríos con una profundidad no mayor a (1.5 m) y niveles de salinidad bajas (0 a 0.3 ppt), un dato relevante en este estudio es que se encontraron poblaciones a 11 msnm hasta los 1,428 msnm, por lo que las condiciones ambientales donde habitan estos individuos son realmente semejantes, a pesar de las distancias encontradas de uno a otro, por lo que estos individuos se distribuyen a lo largo del área neotropical, como ha sido reportado por Ojeda *et al.* (2013), la especie de mayor distribución en el sureste mexicano es el *A. constrictus*, ya que se han encontrado poblaciones en las cuatro cuencas principales del sur de la república mexicana (Coatzacoalcos, Catémaco, Grijalva y Usumacinta), las cuales se diferencian por su tamaño, clima, relieve, geomorfología y la litología. Un dato importante es que este grupo no ha sido colectado para este estudio en la cuenca del Papaloapan y en esta cuenca sólo se obtuvieron poblaciones de *A. oaxensis*, esta distribución diferenciada puede deberse a los momentos de colonización de este grupo en el área de estudio pero también puede tener su origen en la competitividad entre estas especies, llamada exclusión competitiva (Gause, 1934), la cual consiste en que si dos especies son similares y compiten por los mismos recursos (los cuales, podrían ser limitados y no sería posible que estas especies puedan compartir y

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

sobrevivir), actuará la selección natural que, de acuerdo con Krebs (1985), indica que los competidores completos no pueden coexistir.

Este principio, dice que las especies competidoras interespecíficas “fuertes”, tienden a eliminar por competencia a sus competidores “débiles”, por lo tanto, si se obtiene una coexistencia estable, equivale a limitar la similitud entre especies, por lo que *A. constrictus* podría ser la más apta a la adaptación a distintos altitudes y tipos de hábitat, a pesar de la competencia interespecífica existente entre especies, ya que se han encontrado en distintas cuencas siendo la de mayor distribución.

## Conclusión

Con la consideración de contestar la pregunta de investigación planteada para la presente tesis, la cual se enuncia nuevamente a continuación, la respuesta a dicha pregunta se puede leer más adelante.

¿Cuál es el patrón de distribución de los cangrejos de la Familia Trichodactylidae que habitan en el sureste mexicano, asociado a las variables ambientales?

Se puede observar que las poblaciones de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae que están distribuidas en las cuencas del sureste mexicano representadas principalmente por dos complejos de especies, *Avotrichodactylus constrictus* y *Avotrichodactylus oaxensis*, presentan una distribución que aparentemente no está influenciada por las variables ambientales, pero en el análisis fino de ellas, es evidente que si se pueden agrupar algunos hábitats como ya se mencionó en la discusión.

Sin embargo, si se puede notar que hay una importante diferencia entre los dos complejos de especies pues las poblaciones de *A. oaxensis* y similares, solamente se han encontrado en la cuenca del Papaloapan, desde los 11 msnm hasta los 574 msnm, en siete sitios del estado de Veracruz, pero comparte similitudes de hábitats con *A. constrictus*.

Mientras que, *A. constrictus* fue registrada en cuatro cuencas hidrológicas (Catemaco, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta), teniendo ausencia en el (Papaloapan), esto se puede deber a que estas poblaciones colonizaron en su momento diferentes tipos de hábitats, ya que se registraron desde los 20 hasta los 1428 msnm y se sugiere para una investigación más exhaustiva que es posible la existencia de exclusión competitiva entre estos dos complejos de especies, pues mientras que *A. oaxensis* sólo se localiza en la cuenca más al norte del sureste mexicano (Papaloapan), *A. constrictus* habita en las otras cuatro cuencas del sureste (Catemaco, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta).

Estos análisis nos permiten clasificar los hábitats de *A. constrictus* y *A. oaxensis* en cuatro tipos: a) el primero representado por las poblaciones del complejo *A. oaxensis* en la cuenca del Papaloapan que se presentan a una altitud de 11 a 574 msnm, salinidad de hasta 10.3 ppt, b) el segundo por poblaciones de *A.*

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

*constrictus* con altitudes de 20 a 100 msnm en sitios de las cuencas Grijalva y Usumacinta, con una salinidad promedio de 0.2 ppt; c) el tercero representado por *A. constrictus* con alturas desde los 119 hasta 580 msnm en las cuencas de los ríos Usumacinta y Grijalva, con salinidades de 0 a 0.3 ppt; d) el cuarto representado por *A. constrictus* en la cuenca del Grijalva con alturas desde los 586 hasta 1428 msnm y con salinidades similares de 0.2 a 0.3 ppt. En el análisis se encontró que la salinidad es la variable fisicoquímica importante pero que en la mayoría de las cuencas su variación fue mínima, no así en la cuenca del río Papaloapan en donde se registraron sitios con más de 10 ppt.

## LITERATURA CITADA

Ahyong, S. T., J. K. Lowry, M. Alonso, R. N. Bamber, G. A. Boxshall, P. Castro, S. Gerken, G. S. Karaman, J. W. Goy, D. S. Jones, K. Meland, D. C. Rogers y J. Svavarsson. 2011. Subphylum Crustacea Brünnich, 1772. *In* Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness, Z. Q. Zhang (ed.). Zootaxa 3148:165-191.

Álvarez, F., Villalobos J. L., Hendrickx M. E., Escobar-Briones E., Rodríguez-Almaraz G., Campos E. 2014. Biodiversidad de Crustáceos Decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 219: 208.

Álvarez, F., Rodríguez Almaraz, G. A. 2008. Crustáceos de México Estado Actual de su Conocimiento. *Universidad Autónoma de Nuevo León*. 522: 242.

Álvarez, F. Villalobos, J. L. 1997. Cangrejos de agua dulce (Decapoda: Pseudothelphusidae, Trichodactylidae). En: E. González, R. Dirzo y R. Vogt (EDS.), *Historia Natural de los Tuxtlas*, Instituto de Biología, UNAM. pp. 415-418

Álvarez del Villar, J. 1970. Peces mexicanos (claves). Serie Investigación Pesquera Estudio 1. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, México, 166 p.

Álvarez del Villar, J. 1950. Claves para la determinación de especies en los peces de las aguas continentales mexicanas. *Sria. De Marina Dir. Gral. Pesca.*, 1-144.

Anónimo. 2006. Gestión Integrada de Crecientes Caso de Estudio México: Río Grijalva. Organización Meteorológica Mundial (OMM). 15p.

Bott, R. 1969. Eine Revisión der Trichodactilydae Pseuothelphusidae Anden (Crustacea, Decapoda). *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft (Frankurt am Main)*. 518: 1-94.

Bradshaw, A. D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics* 13:115-155

Campos, M. R. 2005. Freshwater crabs from Colombia: A taxonomic and distributional study. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras* 24: 1–363.

CONAGUA, 2005. Mapa Hidrológico, escala 1:1 000 000. Sistema de Información Geográfica del Agua, Subgerencia de Programación de la Gerencia Regional Golfo Centro de la Comisión Nacional del Agua.

Cottarelli, V. y Argano R. 1977. *Trichodatylus (Rodriguezia) mensabak* n. sp. (Crustacea, Decapoda, Brachyura), granchio cieco delle acque sotterranee del Chiapas (Messico).

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.



Cuaderni Problemi Attuali di Scienza e di Cultura, Accademia Nazionali dei Lincei. 171: 207-212.

Collins, P. A., Williner V. y Giri F. 2002. A new distribution record for *Zilchiopsis oronensis* (Pretzmann, 1968) (Decapoda. Trichodactylidae) in Argentina. *Crustaceana*. 75: 931-934.

Cuevas M. L., Garrido A., Sotelo E. I. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/639/regionalizacion.pdf>. Regionalización de las Cuencas Hidrográficas de México 10-14: 10-11. Fecha de consulta: 8 de Febrero 2015.

Cumberlidge, N., Álvarez F., Villalobos J. L. 2014. Results of the global conservation assessment of the freshwater crabs (Brachyura, Pseudothelphusidae and Trichodactylidae): The Neotropical region, with an update on diversity. *Zookeys* 457: 133-157.

Cumberlidge, N., Ng P. K. L., Yeo, D. C. J., Magalhães, C., Campos, M. R., Alvarez, F., Naruse, T., Daniels, S. R., Esser, L. J., Collen, B., Attipoe, F. Y. K., Ba, F. J. C., Darwall, W., Mclvor, A., Ram, M. 2009. Freshwater crabs and the biodiversity crisis: importance, threats, status, and conservation challenges. *Biological Conservation* 142: 1665–1673. doi: 10.1016/j.biocon.2009.02.038.

Darwin. C. 1859. Origen de las especies. Trad. 1979 Edit. EDAF. Madrid.

Díaz D. P. Pérez Sesma J. A. A. 2005. Hidrología de Superficie y Precipitaciones Intensas 2005 en el Estado de Veracruz 99: 89-90-91-92.

Espinosa, D., J.J. Morrone, C. Aguilar y J. Llorente. 2000. Regionalización biogeográfica de México: Provincias bióticas, en J. Llorente, E. González y N. Papavero (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. II, UNAM, México, pp. 61-94.

Gause, G. F. 1934. *The Struggle for Existence*. Baltimore: Williams & Wilkins. 163. (Texto completo en: <http://www.ggause.com/Contgau.htm>).

Greeney, H.F. 2001. The insects of plant-held waters: a review and bibliography. *J. Trop. Ecol.* 17: 241-260.

Janzen, D.H. 1988. Tropical dry forests, the most endangered major tropical ecosystem. En: Wilson, E.O. (ed.), *Biodiversity*, pp. 130-137. National Academy Press, Washington, D.C.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

Kitching, R.L. 2000. Food webs and container habitats: the natural history and ecology of phytotelmata. Cambridge University, Cambridge, Inglaterra.

Krebs. C. J. 1986. Ecología. Ediciones Pirámide.

López-Mejía, M. 2006. Diversificación de *Procambarus* (*Villalobosus*) Hobbs, 1972 (Crustacea: Decapoda: Cambaridae). Tesis Doctoral. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, D.F. 227 p.

Lundberg, J. G., J. P. Sullivan, R. Rodiles-Hernández y D. A. Hendrickson. 2007. Discovery of African roots for the Mesoamerican Chiapas catfish, *Lacantunia enigmatica*, requires an ancient intercontinental passage. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 156: 39-53.

Magalhaes, C y Turkay, M 1996. Taxonomy of the Neotropical freshwater crab family Trichodactylidae. I. The generic system with description of some new genera (Crustacea: Decapoda: Brachyura). Senckenbergiana Biologica, 75: 63-95. a reappraisal. Journal of comparative Biology, 62-64: 2.

Martin, J. W. y Davis, G. E. 2001. An Updated Classification of the Recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County. 132 pp. Disponible en: <http://web.vims.edu/tcs/LACM-39-01-final.pdf>.

López-Mejía, M. y Mejía-Ortiz, L. M., 2013. La Carcinología en México el Legado del Dr. Alejandro Villalobos 30 Años Después. Cozumel, Q. Roo, México. Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel. 156 pp.

Mejía-Ortiz, L. M., López-Mejía, M., Martínez-Trinidad M. I. 2011. Crustáceos Decápodos del Río Papaloapan, Veracruz. 155: 13-15.

Miller Rush R., Minkley W. L., Mark Norris S. 2009. Peces dulceacuícolas de México 180: 1.

Morrone, J. J. y Lopretto, E. C. 1996, Cladistics of the family Trichodactylidae (Crustacea: Decapoda): a reappraisal. Journal of comparative Biology. 65 - 72: 1.

Morrone, J. J. y Lopretto, E. C. 1997. Reply to von Sternberg. Journal of comparative Biology. 62-64: 2.

Morrone, J. J. y Lopretto, E. C. 2001. Trichodactylid biogeographic patterns (Crustacea: Decapoda) and Neotropical region. Neotropica. 49 - 55: 47.

Morrone, J. J., Espinosa, D. y Llorente, J. 1996. Manual de biogeografía histórica, UNAM, México.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

McNeil, C., Prenter, J. 2000. Differential microdistributions and interspecific interactions in coexisting native and introduced *Gammarus* spp. (Crustacea: Amphipoda). *The Zoological Society of London* 251: 377-384.

McNeil, C., Dick, J. T. A., Elwood, R. W. 1997. The trophic ecology of freshwater *Gammarus* spp. (Crustacea: Amphipoda): problems and perspectives concerning the functional feeding group concept. *Biological Review* 72: 349-364.

Ng, P. K. L. Guinot D. Davie P. J. F. 2008. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *Systema Brachyurorum: Part I. The Raffles Bulletin of Zoology* 17: 1-286.

Ojeda, J. C., Álvarez, F., Villalobos, J. L. 2013. Revisión de los cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae de México. En: López M, Mejía LM (Eds) *La Carcinología en México: El Legado del Dr. Alejandro Villalobos 30 Años Después*. Universidad de Quintana Roo, México, 23–36.

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E.D., Burgess, N.D., Powell, G.V.N., Underwood, E.C., D'Amico, J.A., Itoua, I., Strand, H.E. et al. 2001. Terrestrial ecoregions of the World: a new map of life on Earth. *Bioscience* 51:933-938.

Pearse, A. S. 1911. Report on the Crustacea collected by the University of Michigan. Walker expedition in the State of Veracruz, México. 13<sup>th</sup> report of the Michigan Academy Science pp. 108-112.

Rodiles-Hernández, R. 2005. Diversidad de peces continentales en Chiapas. pp. 195-220.

Rodríguez, G. 1981. Decapoda in Hurlbert, H., Rodríguez, G., Dos Santos, N. D. *Aquatic Biota of Tropical South América*, 1: 41-51.

Rodríguez, G. 1982. Fresh-water shrimps (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Orinoco Basin and the Venezuelan Guayana. Washington, D. C. *Journal of Crustacean Biology*, 2: 378-391.

Rodríguez G. 1986. Centers of radiation of freshwater crabs in the Neotropics. En: GORE, RH, y K.L. HECK (EDS.), *Biogeography of the Crustacea*. Crustacean Issues, 3. A. Balkema, Rotterdam / Brookfield, pp. 51-67.

Rodríguez G. 1992. The Freshwater Crabs of América Family Trichodactylidae an supplement to the family Pseudothelphusidae. Edition Orstom: París. 189 pp.

Rodríguez, G. Manrique F. 1967. El género *Trichodactylus* en México (Brachyura, Potamonidae). *Anales del Instituto Biología*, 37: 183-186.

Sánchez-Azofeifa, G.A., Kalacska, M., Quesada, M., Calvo-Alvarado, J.C., Nassar, J.M., Rodríguez, J.P. 2005. Need for integrated research and sustainable future in tropical dry forests. *Conservation Biology* 19: 285-286.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.

S.A.R.H., 1976. Cuenca del Río Papaloapan. Comisión del Papaloapan, Boletín Hidrométrico No. 23.

Suárez-Morales E. Gasca R. 1989. El Plactón y las cadenas tróficas. *Ciencia* 16: 1-5.

Schram, F.R. 1986. *Crustacea*. Oxford University Press, Incorporated, Nueva York, 606 pp.

Udvardy, M.D.F., *Dynamic zoogeography*, Van Nostrand Reinhold Company, Nueva York, 1969.

Von Sternberg, R. 1997. Cladistics of the family Trichodactylidae (Crustacea: Decapoda): Appraising the reappraisal. *Journal of Comparative Biology*. 49-62: 2.

Von Sternberg, R. 1998. The sister group of the freshwater crab family Trichodactylidae (Crustacea: Decapoda Eubrachyura). Appraising the reappraisal. *Journal of Comparative Biology*. 93-101: 3.

Yeo, C. J., Ng P. K. L., Cumberlidge N., Magalhães C., Daniels S. R., Campos M. R. 2008. Global diversity of crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:275–286. doi: 10.1007/s10750-007-9023-3.

Zaouali, J., J. Ben-Souissi, B.S. Galil, C. d'Údekem-d'Acoz & A. Ben-Abdallah. 2007. Grapsoid crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) new to the Sirte Basin, southern Mediterranean Sea-the roles of vessel traffic and climate change. *Biodiversity Records* 1: e73. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S1755267207007701>

Rodríguez, G. 1992. *The Freshwater Crabs of America. Family Trichodactylidae and Supplement to the Family Pseudothelphusidae*. Fauna Tropicale XXXI Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. ORSTOM, 865 p.

Cante-Cortés, A. J 2017. Biogeografía de cangrejos de agua dulce de la familia Trichodactylidae en el sureste de México.- Tesis de Licenciatura Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo Cozumel. 59 pp.