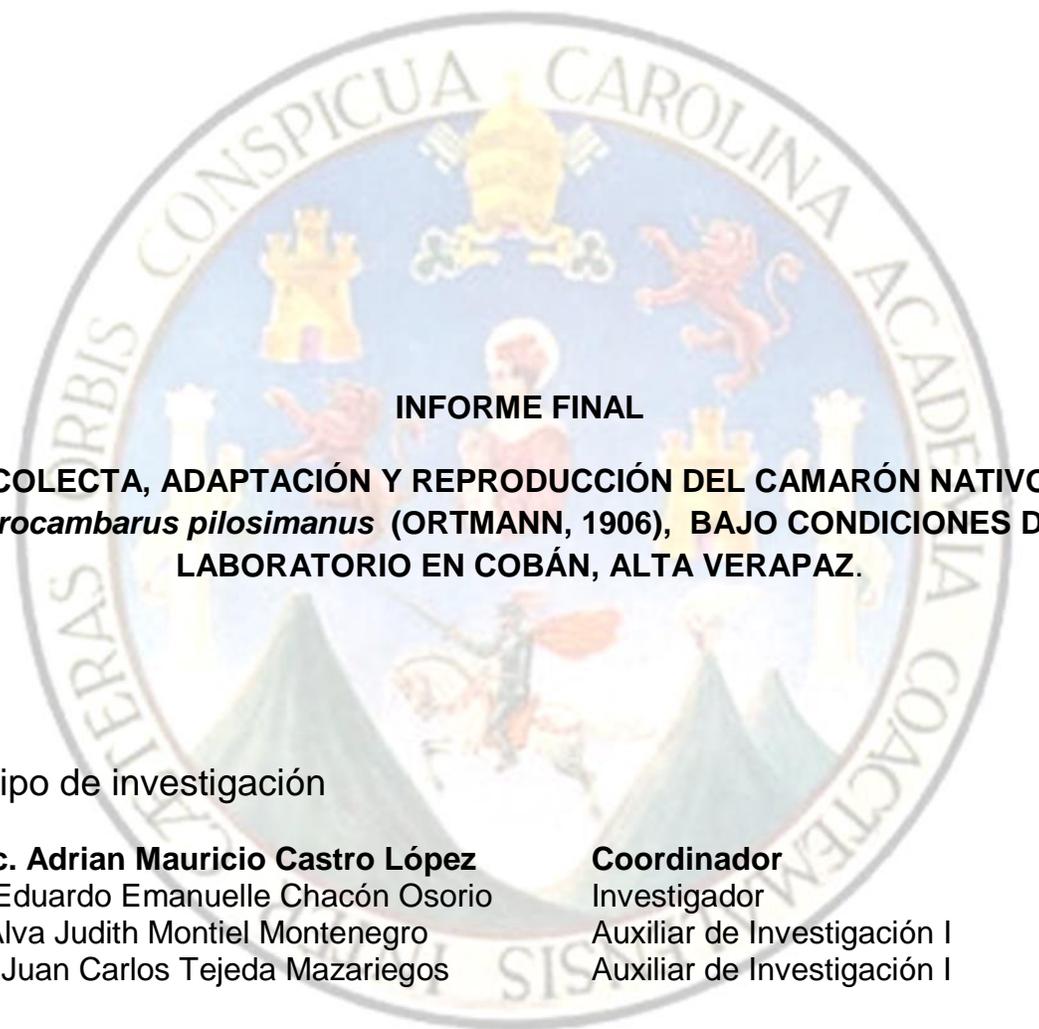


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN
EN DESARROLLO INDUSTRIAL –PUIDI-**



INFORME FINAL

**COLECTA, ADAPTACIÓN Y REPRODUCCIÓN DEL CAMARÓN NATIVO
Procambarus pilosimanus (ORTMANN, 1906), BAJO CONDICIONES DE
LABORATORIO EN COBÁN, ALTA VERAPAZ.**

Equipo de investigación

M.Sc. Adrian Mauricio Castro López
Lic. Eduardo Emanuelle Chacón Osorio
Br. Alva Judith Montiel Montenegro
T.A. Juan Carlos Tejeda Mazariegos

Coordinador
Investigador
Auxiliar de Investigación I
Auxiliar de Investigación I

Abril 2015

CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA –CEMA-

M.Sc. Gerardo Arroyo Catalán
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Inga. Liuba María Cabrera Ovalle de Villagrán
Coordinador Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial
-PUIDI-

M.Sc. Adrian Mauricio Castro López
Coordinador del proyecto.

Lic. Eduardo Emanuelle Chacón Osorio
Investigador

Br. Alva Judith Montiel Montenegro
Auxiliar de Investigación I

T.A. Juan Carlos Tejeda Mazariegos
Auxiliar de Investigación I

Partida Presupuestaria
4.8.26.2.66.
Año de ejecución: 2014

CONTENIDO

CONTENIDO GENERAL	1
INDICE DE ILUSTRACIONES	2
INDICE DE FIGURAS	2
INDICE DE CUADROS	2
INDICE DE ANEXOS	3
TÍTULO DEL PROYECTO	5
1. RESUMEN	5
2. ABSTRACT	6
3. INTRODUCCIÓN	7
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
4.1 Descripción del problema	8
4.2 Definición del problema (preguntas de investigación)	8
4.3 Justificación	9
5. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	10
5.1 Marco teórico	10
5.2 Estado del arte	13
6. OBJETIVOS	14
7. HIPÓTESIS	14
8. METODOLOGÍA	15
8.1 Ubicación Geográfica	15
8.1.1 Centro experimental de desarrollo del proyecto	18
8.2 Método, técnicas, procedimientos e Instrumentos	19
8.2.1 Estrategia metodológica	20
8.3 Metodología de análisis de información	24
a- Definición de variables	25
9. RESULTADOS	27
9.1 Matriz de resultados	27
10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	29
11. ACTIVIDADES DE GESTIÓN, VINCULACIÓN Y DIVULGACIÓN	64
12. CONCLUSIONES	65
13. RECOMENDACIONES	66
14. BIBLIOGRAFÍA	67
15. ANEXOS	69
16. LISTADO DE TODOS LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN	88

INDICE DE ILUSTRACIONES

INDICE DE FIGURAS

1. Camarón de río <i>Procambarus pilosimanus</i> .	11
2. Ubicación de los sitios de muestreo.	15
3. Mapa de localización del laboratorio experimental donde se desarrolló la segunda y tercera fase del proyecto de investigación	16
4. Sistema de peceras para control del comportamiento de los organismos.	17
5. Metodología utilizada para la ejecución del proyecto de investigación	18
6. Diagrama de método, técnicas y procedimientos para ejecución del proyecto de investigación.	23
7. Puntos de colecta <i>P. pilosimanus</i> en el municipio de Cobán.	30
8. Puntos de colecta <i>P. pilosimanus</i> en el municipio de Chisec.	31
9. Puntos de colecta <i>P. pilosimanus</i> en el municipio de Tactic.	31
10. Puntos de colecta <i>P. pilosimanus</i> en el municipio de San Pedro Carchá.	32
11. Macho y hembra de <i>P. pilosimanus</i> .	34
12. Parte ventral de macho <i>P. pilosimanus</i> .	34
13. Parte ventral de hembra <i>P. pilosimanus</i> .	35
14. Comportamiento talla total de los organismos en centímetros	36
15. Comportamiento de talla de cola de los organismos en centímetros.	36
16. Macho y hembra de <i>P. pilosimanus</i> .	37
17. Aparato de macho y hembra de <i>P. pilosimanus</i> .	37
18. Comportamiento del peso de los organismos en gramos.	38
19. Hembra de <i>P. pilosimanus</i> azul.	40
20. Hembras presentando coloración azul y machos en coloración normal.	40
21. Alimentación del <i>P. pilosimanus</i> .	42
22. Alimento suministrado a los organismos de <i>P. pilosimanus</i> .	43
23. Mudas de <i>P. pilosimanus</i> .	44
24. Parte superior de <i>P. pilosimanus</i>	44
25. Riachuelo finca El Durazno (INDE)	45
26. Nacimiento Finca La Libertad.	45
27. Concentraciones de Nitritos, Nitratos y Fosfatos.	46
28. Sustrato	48
29. Sustrato lodoso.	48
30. Ubicación del camarón de río <i>P. pilosimanus</i> en un ecosistema.	50
31. Transporte de organismos de <i>P. pilosimanus</i> .	51
32. Puntos de Incidencia <i>P. pilosimanus</i> .	52
33. Comportamiento del incremento en peso de hembras y machos de camarón de río <i>P. pilosimanus</i> , a lo largo de un período de 181 días.	56
34. Comportamiento del incremento en talla total de hembras y machos de camarón de río <i>P. pilosimanus</i> , a lo largo de un período de 181 días.	58
35. Comportamiento del incremento en talla cola de hembras y machos de camarón de río <i>P. pilosimanus</i> , a lo largo de un período de 181 días.	60
36. Hembra ovada de <i>P. pilosimanus</i>	61
37. Hembra ovada de <i>P. pilosimanus</i>	62

38. Huevo de <i>P. pilosimanus</i>	63
39. Huevos de <i>P. pilosimanus</i>	63
40. Tamaño de huevo sin eclosionar de <i>P. pilosimanus</i>	64

INDICE DE CUADROS

1. Variables cualitativas a utilizadas durante investigación.	24
2. Etología de la especie en medio natural.	24
3. Etología de la especie en medio controlada.	25
4. Variables cualitativas a utilizadas durante investigación	25
5. Indicadores	25
6. Matriz de resultados de la investigación	27
7. Puntos de colecta del camarón de río <i>P. pilosimanus</i> .	29
8. Breve descripción del camarón de río <i>P. pilosimanus</i> .	33
9. Coloraciones presentes en el <i>P. pilosimanus</i> en medio natural.	39
10. Coloraciones presentes en el <i>P. pilosimanus</i> en medio controlado en laboratorio.	41
11. Descripción del hábitat de <i>P. pilosimanus</i> en medio natural.	46
12. Datos de concentraciones de nitritos, nitratos y fosfatos.	46
13. Fauna asociada al medio de captura del <i>P pilosimanus</i> .	47
14. Flora asociada al medio de captura del <i>P pilosimanus</i> .	49
15. Capturas del camarón de río <i>P. pilosimanus</i> .	53
16. Resultados de comportamiento del <i>P. pilosimanus</i> .	54
17. Datos generales de morfometría y de biomasa de camarón de río <i>P. pilosimanus</i> , en 181 días en medio controlado.	54
18. Comparación de peso de hembras y machos de <i>P. pilosimanus</i> a lo largo de un período de 181 días en medio controlado.	55
19. Prueba de medias de peso para datos emparejados de <i>P. pilosimanus</i> a lo largo del período de 181 días en medio controlado.	56
20. Datos de talla total para datos emparejados de <i>P. pilosimanus</i> a lo largo del período de 181 días en medio controlado.	57
21. Prueba de medias de talla total para datos emparejados de <i>P. pilosimanus</i> a lo largo de 181 días en medio controlado.	58
22. Datos de talla de cola de hembras y machos de camarón de río <i>P. pilosimanus</i> a lo largo de un período de 181 días	59
23. Prueba de medias de talla cola para datos emparejados de <i>P. pilosimanus</i> a lo largo de un período de 181 días	59

INDICE DE ANEXOS

1. Equipo de investigación en presentación inicial DIGI.	69
2. Presentación de proyecto ante DIGI.	69
3. Jornada de divulgación al inicio del proyecto.	70
4. <i>Procambarus pilosimanus</i> .	70
5. Colecta de organismos de <i>Procambarus pilosimanus</i> .	71

6.	Organismos colectado de <i>Procambarus pilosimanus</i> .	71
7.	<i>Procambarus pilosimanus</i>	72
8.	Colecta de organismos de <i>P. pilosimanus</i>	72
9.	Actividades de divulgación del proyecto.	73
10.	Colecta de organismos de <i>P. pilosimanus</i>	73
11.	Colecta de organismos de <i>Procambarus pilosimanus</i> .	74
12.	Organismos colectado de <i>Procambarus pilosimanus</i> .	74
13.	Sexado de organismos de <i>Procambarus pilosimanus</i>	75
14.	Toma de datos morfométricos del <i>Procambarus pilosimanus</i>	75
15.	Análisis de calidad del agua.	76
16.	Organismos de <i>Procambarus pilosimanus</i> .	76
17.	Peso de organismos de <i>Procambarus pilosimanus</i>	77
18.	Hembra ovada de <i>Procambarus pilosimanus</i> .	77
19.	Toma de datos morfométricos del <i>Procambarus pilosimanus</i> .	78
20.	Datos de peso de <i>Procambarus pilosimanus</i> .	78
21.	Organismo colectado de <i>Procambarus pilosimanus</i> colocado en pecera	79
22.	Colecta de organismos de <i>Procambarus pilosimanus</i> .	79
23.	Organismos colectado de <i>Procambarus pilosimanus</i> .	80
24.	Organismos colectado de <i>Procambarus pilosimanus</i> .	80
25.	Colecta de organismos de <i>Procambarus pilosimanus</i>	81
26.	Toma de muestras de Agua.	81
27.	<i>P. pilosimanus</i> coloración azulada.	82
28.	Hembra de <i>P. pilosimanus</i> .	82
29.	Hembra de <i>P. pilosimanus</i> .	83
30.	Observación de comportamiento diurno de organismos de <i>P. pilosimanus</i> .	83
31.	Limpieza y recambio de agua de recinto ubicado en Mixco.	84
32.	Comparación entre macho y hembra, se puede observar que la hembra posee coloración grisácea con manchas negras, mientras que macho tiene coloración café.	84
33.	Comparación entre macho y hembra, se puede observar que la hembra posee coloración grisácea con manchas negras, mientras que macho tiene coloración café	84
34.	Muestreo quincenal realizado en recinto ubicado en Mixco.	85
35.	Materiales a utilizar en muestreos quincenales.	85
36.	Refugios de PVC colocados en recinto ubicado en Mixco.	86
37.	Momento de cortejo y copulación de <i>P. pilosimanus</i> tomado en sede de Antigua Guatemala.	86
38.	Momento de cortejo y copulación de <i>P. pilosimanus</i> tomado en sede de Antigua Guatemala.	86
39.	Presentación de avances del proyecto ante autoridades de DIGI e investigadores.	87
40.	Equipo de investigación junto con Inga. Liuba Cabrera, coordinadora del programa PUIDI.	87

COLECTA, ADAPTACIÓN Y REPRODUCCIÓN DEL CAMARÓN NATIVO
***Procambarus pilosimanus* (ORTMANN, 1906), BAJO CONDICIONES DE**
LABORATORIO EN COBÁN, ALTA VERAPAZ.

1. RESUMEN

El camarón de agua dulce *Procambarus pilosimanus* es una especie nativa de Guatemala, objeto de la presente investigación, se distribuye especialmente en el departamento de Alta Verapaz. Su importancia ancestral en la dieta de comunidades Q'etchi asentadas en los márgenes del Río Cahabón y zonas aledañas, lo constituyen una especie de alto interés nutricional y biológico.

El objetivo principal del estudio constituyó en generar información de la biología y ecología de la especie nativa *P. pilosimanus*, que permita desarrollar información apropiada para su adaptación y reproducción, bajo condiciones controladas.

La investigación fue tipo descriptiva, la cual se desarrolló en tres fases: Fase 1. De colecta y caracterización, donde se conocieron algunas áreas geográficas de su distribución, su hábitat, y aspectos importantes de su biología, (morfometría, relación machos/hembras, hábitos alimenticios, presencia de plagas y enfermedades). Fase 2. De adaptación en cautiverio, en donde se utilizaron 3 peceras por sede, para observar su comportamiento, aceptación de alimento suplementario, coloración, sobrevivencia, ubicación dentro del recinto entre otros. Fase 3. Se indujo la reproducción bajo condiciones de laboratorio.

Entre los hallazgos más importantes de la investigación están: que el camarón se encuentra distribuido en el río cahabón, se cuenta con información actualizada sobre la biología y ecología de la especie en su hábitat natural, se logró su captura y adaptación en medios controlados.

La investigación se realizó durante el período de febrero a diciembre del año 2014, con el apoyo de la Dirección General de Investigación -DIGI-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2. ABSTRACT

The freshwater shrimp *Procambarus pilosimanus* is a species native to Guatemala, the subject of this research, especially distributed in the department of Alta Verapaz. His ancestral importance in the diet of communities Q'etchi settled on the banks of Cahabón River and surrounding areas, which are a kind of high nutritional and biological interest.

The main objective of the study provided information generate biology and ecology of native species *P. pilosimanus*, fostering appropriate information for adaptation and reproduction under controlled conditions.

The research was descriptive, which was developed in three phases: Phase 1. collection and characterization, where some geographic areas met their distribution, habitat, and important aspects of their biology, (morphometry, male / female ratio, eating habits, presence of pests and diseases). Phase 2. Adaptation in captivity, where 3 tanks were used by headquarters to observe their behavior, acceptance of supplementary food, coloration, survival, located on the grounds among others. Phase 3. Reproduction is induced under laboratory conditions.

Among the most important findings of the research are: the shrimp is distributed in the Cahabón, it has updated information on the biology and ecology of the species in its natural habitat information, capture and adaptation in controlled media was achieved.

The research was conducted during the period from February to December 2014, with the support of the Directorate General of -DIGI- Research, University of San Carlos of Guatemala.

3. INTRODUCCION

La presente investigación se realizó con el camarón nativo *Procambarus pilosimanus*, llevándose a cabo en el departamento de Alta Verapaz, en los municipios de Cobán, San Cristóbal, Tactic y San Pedro Carchá, en su fase de campo. La fase de laboratorio en medios controlados, se llevó a cabo en la Ciudad Capital y Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

La información bibliográfica acerca de la especie es débil y escueta, puesto que no se han realizado estudios a profundidad de la misma, es por eso que a través de esta investigación, se ha generado información importante que fortalecerá el conocimiento científico de la misma.

La investigación fue de tipo experimental, aplicada, participativa y de tipo descriptiva. A través de la colecta se determinó el comportamiento del *P. pilosimanus* en el medio natural y posteriormente su desarrollo en medios controlados. Es importante hacer mención que esta es una especie que habita en ambientes lóticos, con sustratos fangolodosos y presencia de vegetación en sus alrededores.

La especie *P. pilosimanus* se acondicionó perfectamente al medio controlado, aceptando en su dieta el alimento balanceado. Además, presentó índices altos de sobrevivencia y variaciones de coloración que van desde café hasta azul.

Los datos e información que se presentan en este documento son resultados de 11 meses de investigación tanto en campo como en laboratorio, contribuyendo de forma importante y sustancial a la información bibliográfica de la especie.

Durante el tiempo de ejecución del proyecto, se realizaron periódicamente muestreos biométricos (talla y peso) cada siete días. Se realizó observación diaria del comportamiento de los organismos (entre machos y hembras), para obtener los elementos técnicos que sirvieron para la descripción de la especie.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1 Descripción del problema

De acuerdo a la lista roja de especies amenazadas del 2013, de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), preocupa sobre manera, la desaparición de especies de camarones de agua dulce, dentro de los cuales se encuentra el *Procambarus*. Se necesita más investigación para determinar la abundancia de esta especie, así como el impacto de las amenazas localizadas sobre ella. (Álvarez, F. 2010)

En Guatemala existe poca información sobre los aspectos de la ecología y biología reproductiva de la especie nativa *P. pilosimanus*, que permita generar tecnología apropiada para su cultivo y conservación, siendo esta investigación de carácter técnico-científico.

La información biológica y ecológica generada durante la investigación ha permitido, en primer lugar determinar la situación de riesgo de la especie y tomar medidas para su conservación, por otro lado, se ha generado tecnología para su reproducción, pues la especie presenta potencial para su cultivo comercial como alimento, y para acuarismo.

La unidad de análisis de la investigación estuvo constituida por todos los organismos presente en la rivera del Río Cahabón, en los Municipios de Tactic, San Cristóbal Verapaz, Cobán y San Pedro Carchá, del departamento del Alta Verapaz.

4.2 Definición del problema (preguntas de investigación)

- ¿Cuál es el hábitat natural del *P. pilosimanus*?
- ¿Cuál es la abundancia de la especie en su hábitat?
- ¿Qué características biológicas y reproductivas presenta la especie?
- ¿Es factible la reproducción de *P. pilosimanus* bajo condiciones controladas?

4.3 Justificación

El camarón de agua dulce *P. pilosimanus* es una especie nativa de Guatemala, que se distribuye especialmente en el departamento de Alta Verapaz. Su importancia ancestral en la dieta de comunidades Q'etchi asentadas en los márgenes del Río Cahabón y zonas aledañas, lo constituyen una especie de alto interés nutricional y biológico.

Luego de una exhaustiva búsqueda de información tanto bibliográfica como de antecedentes sobre la especie, pudimos constatar que está se encuentra limitada y escueta. Por lo que -CEMA- como responsable de la educación superior en Recursos Hidrobiológicos debe generar a través de la investigación, información sobre la especie, contribuyendo a que futuras investigaciones sobre la especie tengan una base sólida para continuar fortaleciendo el conocimiento sobre el camarón de río *P. pilosimanus*.

El *P. pilosimanus* es una especie que puede medir hasta 10 cm de longitud total y se conoce que su reproducción es sencilla en cautiverio, en algunas experiencias no documentadas de habitantes del norte del país.

Se requería de la captura para caracterización de la especie en su hábitat natural, para conocer su alimentación, ambiente, agresividad, coloración, peso, talla, abundancia y reproducción entre otros. Dichas capturas se realizaron en los municipios de Cobán, San Cristóbal, San Pedro Carchá y Tactic del departamento de Alta Verapaz. Así mismo se contempló su adaptación en cautiverio para su estudio durante 11 meses dentro de recintos acuícolas controlados y lograr su reproducción en laboratorio.

5. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

5.1 Marco Teórico:

5.1.1 Características del departamento de Alta Verapaz.

El departamento de Alta Verapaz se encuentra situado en la región norte de Guatemala a 219 km de la Ciudad de Guatemala. Limita al norte con Peten; al este con Izabal; al sur con Zacapa, El Progreso y Baja Verapaz; y al oeste con El Quiche. Su cabecera departamental es Cobán.

Alta Verapaz es uno de los departamentos más ricos en naturaleza, destacando entre sus maravillas los afluentes naturales de Semuc Champey en el río Cahabón; las cuevas de Candelaria, el Rey Marcos y Lanquín; y sus bosques húmedos.

Su clima es frío lluvioso. Se ubica en la latitud 15° 28' 07" y longitud 90° 22' 36", y cuenta con una extensión territorial de 8,686 kilómetros cuadrados. El monumento de elevación se encuentra en la cabecera departamental, a una altura de 1,316.91 metros sobre el nivel del mar, pero su topografía es en extremo variada, con montañas y cimas que exceden de 3,000 metros de elevación y tierras bajas que descienden hasta unos 300 metros. La climatología es forzosamente variada, también en relación con la elevación y sinuosidades del terreno.

5.1.1.1 Producción de Alta Verapaz.

El departamento de Alta Verapaz posee cultivos cuya producción se destina al mercado internacional, como café, cardamomo, achiote, cacao, pimienta, y otros productos de exportación, mientras que los productos que producen para consumo nacional son comprendidos por el maíz, frijol, chile, caña de azúcar, entre otros.

La producción forestal de este departamento es de gran importancia dentro del producto agrícola. Mientras que el sector pecuario está dedicado básicamente al ganado vacuno, el cual está destinado al mercado externo e interno.

5.1.1.2 Hidrografía

Dicho departamento es drenado por 3 cuencas que corresponden al Océano Atlántico y dos al golfo de México, estas cuencas son:

- Vertiente del Océano Atlántico
 - ✓ Polochic.
 - ✓ Cahabón
 - ✓ Sarstún

- Vertiente del Golfo de México
 - ✓ Salinas
 - ✓ La Pasión

También se encuentra irrigado por ríos de menor importancia como el Lanquín, Chixoy, Usumacinta, Carchá, Icbolay, etc., siendo característico de este departamento la existencia de muchos ríos subterráneos que eventualmente salen de una montaña y después de un corto recorrido desaparecen en otra montaña, contando además con muchas lagunas y lagunetas entre las que sobresalen la laguna Lachuá y Chichoj, sus riachuelos y rápidos que son una característica destacable de la naturaleza que posee este departamento.

5.1.1.3 Camarón de Río *Procambarus pilosimanus*



Figura 01. Camarón de río *Procambarus pilosimanus*.

Fuente: trabajo de campo 2014

Clasificación taxonómica: Reino: Animalia. Filo: Arthropoda. Subfilo: Crustáceo. Clase: Malacostraca Subclase: Eumalacostraca. Superorden: Eucarida. Orden: Decápoda. Suborden: Pleocyemata. Infraorden: Astacidea. Superfamilia: Astacoidea. Familia: Cambaridae. Subfamilia: Cambarinae. Género: *Procambarus*. Subgénero: *Procambarus* (*Austrocambarus*) Especie: *Procambarus pilosimanus* (Ortmann, 1906).

Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en los estados de Chiapas y Quintana Roo, en México, A Guatemala y Belice (Hobbs 1974) y es nativa de Belice, Guatemala y México (Chiapas, Quintana Roo).

Esta especie suele encontrarse en cuerpos de agua lénticos (lagos y lagunas), así como en cuerpos de agua donde hay corriente como ríos.

Esta especie puede verse amenazada por la deforestación a nivel local. Sin embargo no existen medidas de conservación de cada especie. Se necesita más investigación para determinar la abundancia de esta especie, así como el impacto de las amenazas localizadas sobre ella.

Se tiene registro de Tipos colectados en la Riviera del río Cahabón, Cobán, Alta Verapaz en 1878, los cuales presentaron las siguientes medidas:

Macho: longitud total 72 mm, caparazón 36 mm, sección anterior 23 mm, sección posterior 13 mm, abdomen 36 mm, la longitud quela 30 mm, la anchura de la quela 8 mm.

Hembra: longitud total 62 mm, caparazón 31 mm, sección anterior 20 mm, sección posterior 11 mm, abdomen 31 mm, la longitud quela 19 mm, la anchura de la quela 6 mm.

Los Sintipos se encuentran en el Museo Nacional de Historia Natural, en Paris Francia (8 machos, 6 hembras), y en el Museo Carnegie, en Pittsburg, Pennsylvania (2 especímenes).

5.2 ESTADO DEL ARTE

Después de realizar una exhaustiva revisión bibliográfica, no se encontró ningún estudio sobre la especie *Procambarus pilosimanus*, en Guatemala. Sin embargo se cuenta con referencias bibliográficas en cuanto al género *Procambarus*.

Gabino, et. al. realizaron un estudio sobre la bioecología y estrategias para la producción de acociles nativos de México, del cual se conocen 49 especies del género *Procambarus*, los resultados del estudio muestran que gran parte de esta diversidad es endémica, habitando una amplia variedad de ecosistemas acuáticos. La importancia ecológica de estos crustáceos radica en su papel politrófico y su aportación en la producción secundaria de comunidades de macroinvertebrados bentónicos.

Horton, H. y Hobbs, Jr. (1984) realizaron un estudio sobre la distribución de cangrejos del género *Procambarus* (Decápoda: Cambaridae) en América Central y Estados Unidos. Los rangos de los 17 subgéneros del género *Procambarus*, que comprende 152 especies y subespecies que se producen en América del Norte y América Central, donde se muestra que el mayor número de especies y subespecies se producen en el sureste de los Estados Unidos, disminuyendo la concentración de los mismos hacia México, donde dos centros de concentración se producen en la vertiente oriental: una al norte y al otra al sur de la Cordillera Volcánica transversal. Se presenta evidencia de *Procambarus* se extiende desde la parte oriental del sudoeste de Estados Unidos a través de México, y de allí hacia el noreste de Cuba

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Generar información de la biología y ecología de la especie nativa *P. pilosimanus*, que permita adaptarlo y reproducirlo, bajo condiciones controladas.

6.2 Objetivos Específicos

- ✓ Establecer las características morfométricas de la especie *P. pilosimanus*, mediante la colecta de organismos en condiciones naturales.
- ✓ Describir el hábitat de la especie nativa *P. pilosimanus*, en 4 puntos del río Cahabón.
- ✓ Determinar en campo los aspectos de la biología más importantes de la especie, que permitan generar conocimientos.
- ✓ Evaluar los índices biológicos de la adaptación y reproducción de *P. pilosimanus* bajo condiciones de laboratorio.

7. HIPÓTESIS

La especie nativa *P. pilosimanus* se encuentra distribuida abundantemente en la rivera del Río Cahabón, y presenta características biológicas que hacen posible la adaptación y reproducción, bajo condiciones de laboratorio.

8. METODOLOGÍA

8.1 Ubicación geográfica

La investigación fue de tipo experimental, transversal, aplicada y participativa. Se realizó en condiciones de laboratorio. Tuvo una duración de once meses y consistió en la adaptación, evaluación de crecimiento y reproducción del camarón de Río *P. pilosimanus* en sistemas controlados, haciendo uso de peceras con sistemas de aireación y recintos de PVC para cada uno de los organismos facilitando su evaluación en cuanto a comportamiento y alimentación, dichas peceras fueron ubicadas en distintas localidades de la ciudad capital, cuyo fin fue el de poder tener una evaluación constante de los organismos, por parte de los técnicos que conforman el equipo de investigación.

La primera fase del proyecto fue desarrollada en los municipios de Cobán, San Cristóbal, San Pedro Carchá y Tactic ubicados en el departamento de Alta Verapaz, específicamente en el cauce del Río Cahabón.

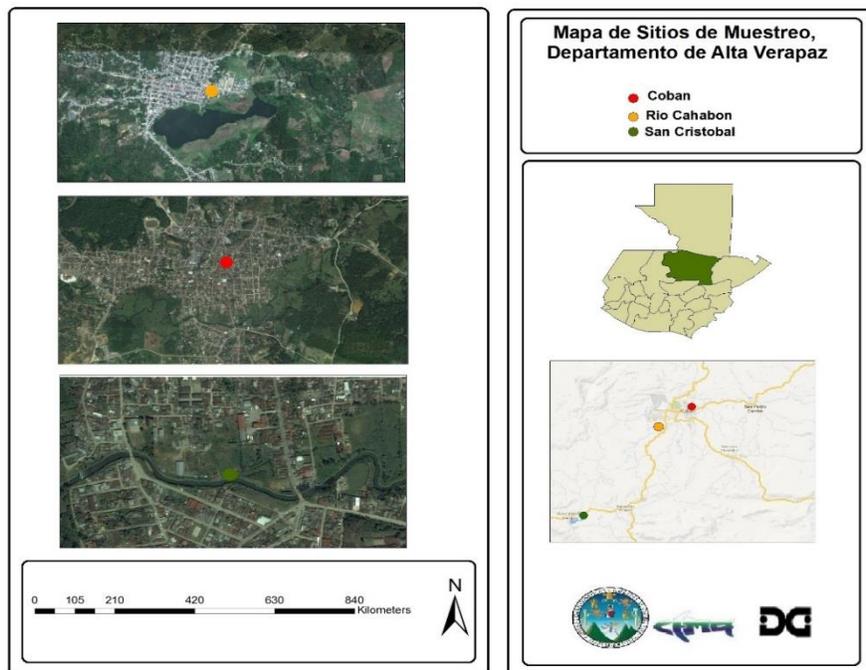


Figura 02. Ubicación de los sitios de muestreo.

Fuente: trabajo de campo 2014

El municipio de Cobán es cabecera municipal y departamental de Alta Verapaz. Cuenta con una extensión territorial de 2,132 km², y es el municipio con mayor extensión territorial de los 15 que conforman el departamento de Alta Verapaz. Colinda al norte con el municipio de Chiséc, al este con San Pedro Carchá y San Juan Chamelco, al oeste con Uspantán y Chicamán (ambos en Quiché) y San Cristóbal Verapaz y al sur con los municipios de Tactic, Santa Cruz Verapaz y Tamahú. (Itzul, 2009)

La segunda y tercera fase del proyecto de investigación fue ejecutado en la ciudad capital tomando en cuenta tres puntos de desarrollo de la misma siendo estos Mixco, Ciudad San Cristóbal y Antigua Guatemala.

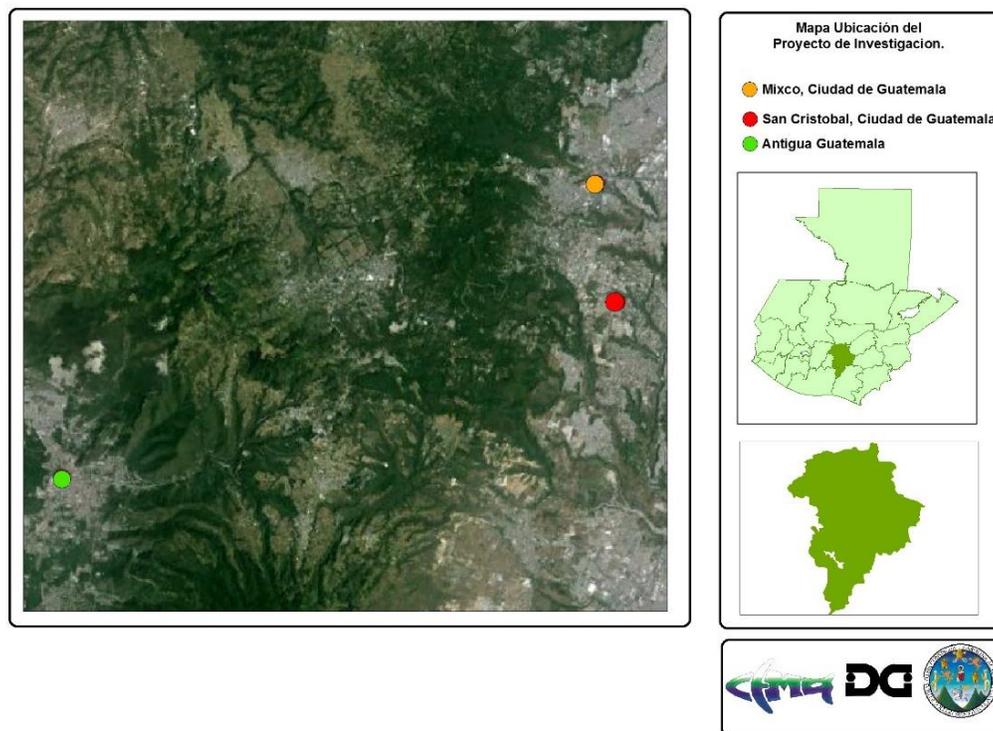


Figura 03. Mapa de localización del laboratorio experimental donde se desarrolló la segunda y tercera fase del proyecto de investigación

Fuente: trabajo de campo 2014

8.1.1. Centro experimental de desarrollo del proyecto.

Las instalaciones donde fue desarrollado el proyecto de investigación en su fase de adaptación y reproducción se localizó en la ciudad capital, dividida en tres sedes para un mejor control por parte de los investigadores, (Mixco, Ciudad San Cristóbal y Antigua Guatemala). Dicho proyecto contó con 9 peceras de vidrio de 20L de capacidad cada una, distribuidas en 3 peceras por sede, cada pecera contó con sistema de difusión de oxígeno y recintos de PVC en relación a la cantidad de organismos que se colocaron en cada pecera.



Figura 04. Sistema de peceras para control del comportamiento de los organismos.

Fuente: trabajo de campo 2014

La investigación se dividió en 3 fases, como se describe en el siguiente esquema metodológico.

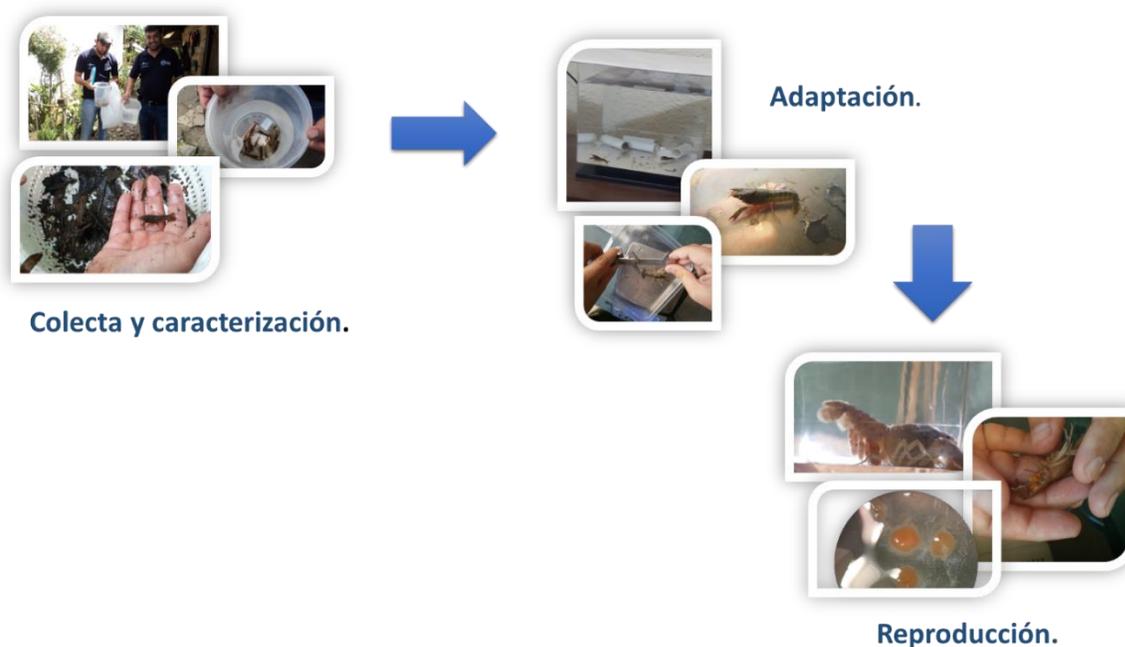


Figura 05. Metodología utilizada para la ejecución del proyecto de investigación

Fuente: trabajo de campo 2014

8.2. Método, técnicas y procedimientos e instrumentos.

El proyecto constó de 3 fases generales, compuestas por actividades las cuales fueron realizadas para poder lograr los objetivos que se plantearon al inicio de la investigación.

A continuación se hace una descripción de cada una de las fases de la investigación.

a. Colecta y caracterización.

Esta fase consistió en explorar secciones del cauce del Río Cahabón así como de sus tributarios, la presencia de la especie, se desarrolló durante los primeros cinco meses del proyecto. Se colectaron especímenes en un transecto con diez estaciones de muestreo, con una distancia de 100 metros entre cada estación, para establecer la densidad poblacional y medir la morfometría, determinar el sexo, así como observar los hábitos reproductivos y de alimentación. Las colectas se realizaron en horas de la

mañana y algunas otras en horas de la tarde, puesto que en su mayoría son lugares poco accesibles o restringidos a personas particulares. Se conservaron 10 ejemplares en alcohol para su traslado a la colección de crustáceos del CEMA. Así mismo, se colectaron 50 ejemplares jóvenes (25 M y 25 H) siendo estos trasladados a la Ciudad Capital (San Cristóbal y Mixco) y Sacatepéquez (Antigua Guatemala), donde se les brindó las condiciones necesarias para su adaptación.

Con los datos recolectados en esta fase, se elaboró un mapa para conocer la distribución geográfica y la abundancia de la especie en cada punto de colecta. Siendo importantes los parámetros físicos – químicos del agua. Durante los transectos se colectaron muestras de agua para realizar análisis de nitritos, nitratos, fosfatos y toma de datos de temperatura *in situ*.

b. Adaptación

Los ejemplares colectados en la primera fase, pasaron por una etapa de adaptación en condiciones de laboratorio previo a la reproducción de los mismos. Esta fase duró 2 meses. Se adaptaron 50 ejemplares en las peceras, distribuidos en las tres sedes tanto Ciudad Capital como en Sacatepéquez. Durante esta fase se llevaron tablas de control del comportamiento del *P. pilosimanus* con el propósito de evaluar las características en cuanto a régimen alimentario y comportamiento en cautiverio de los reproductores silvestres. Teniendo ejemplares tanto machos como hembras en su respectiva pecera.

c. Reproducción bajo condiciones controladas.

Con los ejemplares adaptados en la fase 2, bajo condiciones de laboratorio, se indujeron al apareamiento, al unir machos y hembras en las peceras, con la finalidad de poder observar a detalle los hábitos reproductivos de la especie. Posteriormente las hembras que resultaron ovadas fueron separadas de los machos, para ser colocadas en peceras individuales y con oxígeno constante para su evaluación. Una vez que los ovocitos eclosionaron, las hembras fueron trasladadas a los recintos en los que se encontraba anteriormente dejando únicamente a las postlarvas, cuyo fin fue evaluar el

crecimiento de las mismas. Se utilizó alimento artificial (camaronina), manteniendo en lo posible los parámetros de calidad de agua, determinados durante la fase I del proyecto.

Se espera continuar con otros estudios posteriores para ver la reproducción de *P. pilosimanus*, de manera específica.

8.2.1 Estrategia metodológica.

Para recolectar la información necesaria se realizaron jornadas de pesca, donde se capturaron ejemplares de *P. pilosimanus* utilizando coladores o pequeñas redes, tomando datos en cuanto a número de organismos capturados por jornada, talla, sexo y peso de los mismos en el momento de la captura.

Se realizaron dos visitas e igual número de muestreos mensuales durante los primeros cinco meses del periodo de investigación, así mismo se determinó el comportamiento del estatus ecológico durante 11 meses de investigación, tanto en los distintos puntos de muestreo como en el laboratorio.

En las jornadas de pesca realizadas se contó con el apoyo de miembros de las comunidades aledañas siendo guías de los investigadores, ya que es importante involucrar de cierta forma a los miembros de las comunidades para que tengan conocimiento de las actividades desarrolladas y la importancia que tiene la investigación para la conservación del medio natural y de la especie a trabajar.

a. Diseño y construcción del área experimental

Se implementaron tres sedes, Ciudad de Guatemala (Mixco y San Cristóbal) y Sacatepéquez (Antigua Guatemala), laboratorios consistentes en 3 peceras de 31cm * 20cm * 20cm, cuya capacidad es de 12.4 litros por pecera, colocadas en estructuras adecuadas. Cada una de ellas contó con piedras aireadoras con el fin de poder inyectar

el oxígeno de forma efectiva, para mantener una buena calidad del agua. Se realizaron recambios del 75% cada 7 días.

b. Cuidados técnicos en la calidad de agua

La calidad del agua es uno de los factores más importantes dentro de una investigación acuícola. Las peceras que se utilizaron durante la investigación se evaluaron periódicamente, tomando parámetros físico-químicos como oxígeno, temperatura, nitrógeno (nitritos, nitratos y amonio) y turbidez, además de color y olor del agua, así como condiciones del ambiente, como por ejemplo días nublados, lluviosos y soleados. Se contó con boletas de muestreo para el debido registro de datos. Se trató de conservar el agua de las peceras con similares condiciones a las encontradas en la fase 1, al momento de la colecta.

c. Puntos de muestreo

Se realizaron transectos por el litoral de las cuenca y tributarios del río Cahabón, realizando intentos de captura en las distintas secciones de la misma. Se hizo una descripción detallada de las características medioambientales del lugar, para poder evaluar la influencia de algunos factores ambientales en la presencia de la especie *P. pilosimanus*. Durante el recorrido se realizaron toma de puntos por medio de GPS, para la generación de mapas, facilitando a la investigación en futuras capturas de organismos.

d. Captura y transporte de organismos

La captura de los organismos consistió en formar encierros en ciertos puntos donde se consideró encontrar ejemplares de *P. pilosimanus*. Por medio de pequeñas redes de malla fina o coladores manuales, se extrajeron con sumo cuidado para disminuir el traumatismo físico de los organismos, esta actividad se realizó con la orientación de pobladores locales. Es de suma importancia que los mismos se encuentren en

condiciones adecuadas para la disminución del estrés, logrando mortalidades bajas durante su traslado y acondicionamiento en medios controlados.

Una vez realizada la captura, los organismos se trasladaron y mantuvieron en pequeños baldes de plástico con aireación mientras se completaban los días de captura. Posteriormente se trasladaron a las sedes ubicadas en la Ciudad Capital y Sacatepéquez, en donde se acondicionó a los ejemplares en cada una de las peceras, tomando datos iniciales de talla, peso y sexo.

e. Datos biométricos

La toma de datos biométricos nos ayudó a observar la evolución de los organismos durante la investigación. Se tomaron datos de sexo del organismo y crecimiento (talla, peso) permitiéndonos de esta forma determinar un parámetro a partir del otro en cuanto a la relación de talla-peso según el sexo del organismo.

- Tipo de Muestreo

Se utilizó un muestreo a juicio, estableciendo puntos de colecta, con la referencia empírica ancestral de los habitantes, realizando transectos ya sea en el cauce principal del Rio Cahabón como en los tributarios del mismo, con una longitud de 10 metros de longitud por transecto, en los municipios de San Cristóbal, Cobán, San Pedro Carchá, y Tactic, todos del departamento de Alta Verapaz, en aquellas áreas que mostraron características apropiadas para el desarrollo de la especie.

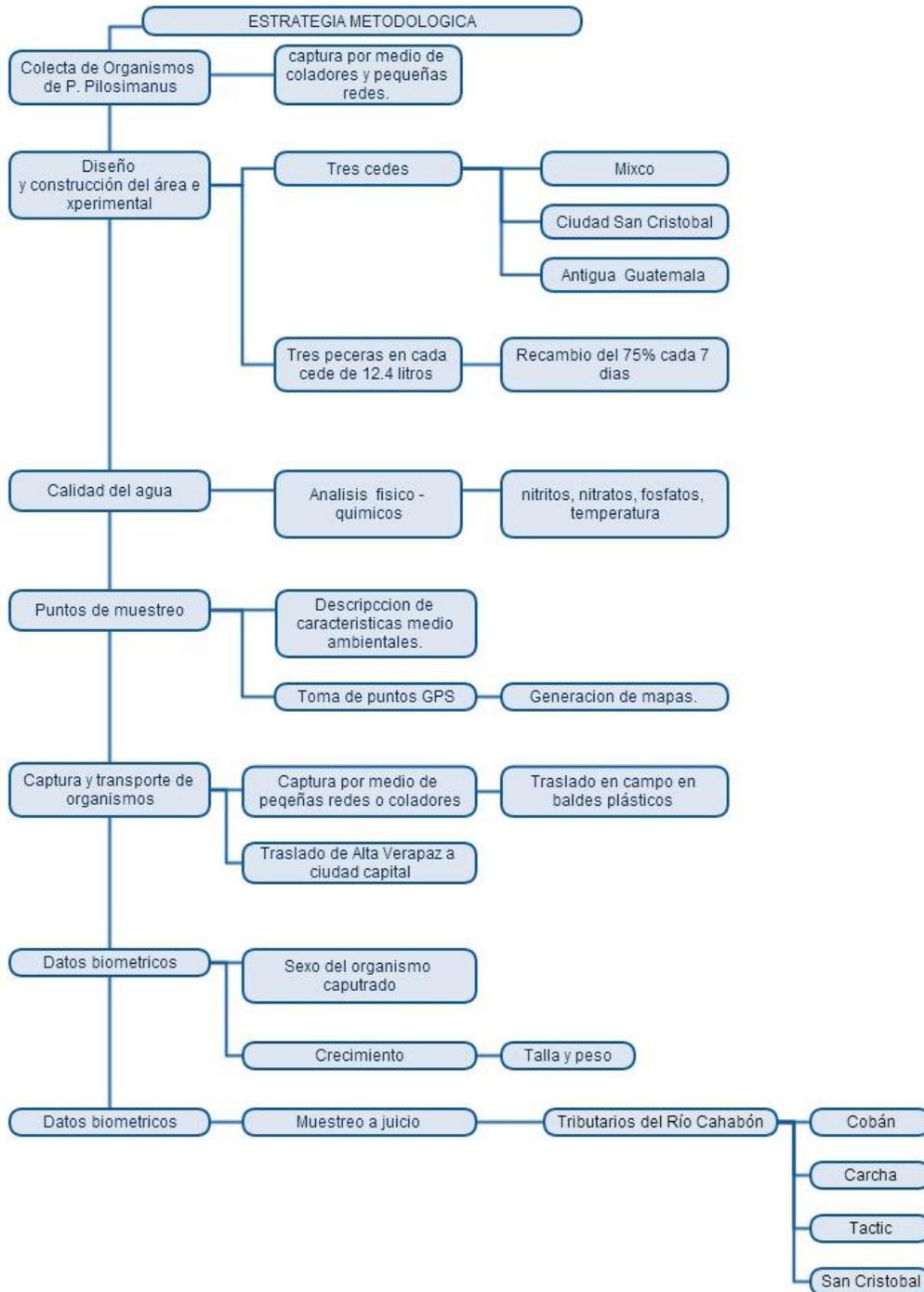


Figura 06. Diagrama de método, técnicas y procedimientos para ejecución del proyecto de investigación.

Fuente: trabajo de campo 2014

8.3 Metodología para el análisis de la información.

Los resultados obtenidos en campo se tabularon para hacer una base de datos a través del programa de Microsoft Excel, así mismo se realizaron correlaciones y regresiones para determinar tendencias, comparando los resultados con alguna referencia de la especie.

Para los análisis morfométricos (talla, peso, sexo, color) se utilizaron proporciones y medias, siempre utilizando el programa de Microsoft Excel.

La georeferenciación de los puntos de muestreo para la distribución y abundancia de la especie fue realizada con el sistema de información geográfica SIG por medio del programa Arcview 9.3, utilizando puntos geográficos en coordenadas UTM.

a. Definición de las variables

i. Variables cualitativas

Cuadro 01. Variables cualitativas a utilizadas durante investigación.

CARACTERÍSTICAS	HÁBITAT NATURAL	LABORATORIO
Sexo		X
Coloración	X	X
Hábitat	X	X
Sustrato	X	X
Vegetación acuática	X	
Alimentación	X	X

Cuadro 02. Etología de la especie en medio natural.

VARIABLE	INDICADOR		
Actividad	Poco activo	Muy activo	Normal
Localización en cuerpo de agua	Fondo,	Superficie	Sin localización fija
Preferencia de sustrato	Arcilloso	Arenoso	Fangoso
Desplazamiento	Oscilatorio,	errático	Normal
Agresividad	No agresivo	Poco agresivo	Muy agresivo
Modo de agresividad	Persecución	Ataque	
Alimentación	Anorexia,	Normal	Voracidad
Patología	Presencia	Ausencia de enfermedades	

Fuente: trabajo de campo 2014

Cuadro 03. Etología de la especie en medio controlada.

VARIABLE	INDICADOR		
Actividad	Poco activo	Muy activo	Normal
Localización dentro del recinto	Fondo,	Superficie	Sin localización fija
Desplazamiento	Oscilatorio,	errático	Normal
Agresividad	No agresivo	Poco agresivo	Muy agresivo
Modo de agresividad	Persecución		Ataque
Alimentación	Anorexia,	Normal	Voracidad
Canibalismo	Presencia		Ausencia
Mortalidad	%		
Sobrevivencia	%		
Patología	Presencia	Ausencia de enfermedades	

Fuente: trabajo de campo 2014

ii. Variables cuantitativas

Cuadro 04. Variables cualitativas a utilizadas durante investigación.

CARACTERÍSTICAS	HÁBITAT NATURAL	LABORATORIO
Posición geográfica	x	
Talla y peso	X	X
Sobrevivencia		X
Huevos		X

Cuadro 05. Indicadores.

NO.	VARIABLES	INDICADORES
1	Alimentos consumidos	Gramos
2	Biométricos reproductores	Longitud total, ancho total, Talla y peso
3	Sobrevivencia	%
4	Tiempo de madurez reproductiva	Días
5	Cantidad de larvas/hembra	Unidades
6	Relación peso hembra/no. larvas	Peso/unidades
7	Sobrevivencia larva-postlarva	%
8	Biométricos larvas	Longitud total, ancho total, Talla y peso
9	Posición geográfica	UTM
10	Sexo	Macho, hembra
11	Coloración en cabeza, cola, telsón y quelas	Escala de colores
12	Dimorfismo sexual	Macho, hembra
13	Tipo de hábitat	Escala de hábitat
14	Tipo de vegetación acuática presente	Escala de vegetación
15	Etología de la especie	Medio natural / Medio controlado.

Fuente: trabajo de campo 2014

iii. Parámetros a evaluar:

Durante la fase experimental del proyecto, que se realizó en medios controlados, se evaluaron periódicamente los parámetros biométricos de los organismos y los cambios de temperatura en el medio controlado (pecera).

Los parámetros biométricos que se evaluaron fueron los siguientes:

a. Talla:

- ✓ Longitud total
- ✓ Longitud cabeza
- ✓ Longitud abdominal

b. Peso

En medio natural, al momento de realizar la captura de los organismos, se evaluaron los parámetros físico-químicos siguientes:

- ✓ Nitritos
- ✓ Nitratos
- ✓ Fosfatos
- ✓ Turbidez

9 RESULTADOS

Los resultados de la presente investigación son llevados a cabo de acuerdo a cada uno de los objetivos planteados en el proyecto.

La metodología aplicada y participativa permito recabar valiosa información, pudiendo establecer por medio de la colecta de organismos, aspectos importantes como la caracterización morfométrica de la especie *P. pilosimanus*, la descripción del medio natural donde fueron capturados, los aspectos biológicos y su adaptabilidad en condiciones de laboratorio. Información que será de importancia para futuras investigaciones que deseen ahondar más en el conocimiento de la especie *P. pilosimanus*, debido a que en la actualidad dicha información es escasa.

9.1 Matriz de Resultados

Cuadro 06. Matriz de resultados esperados al inicio del proyecto y los resultados obtenidos al finalizar el mismo.

OBJETIVO ESPECÍFICO	RESULTADO ESPERADO	RESULTADO OBTENIDO
Establecer las características morfométricas de la especie <i>P. pilosimanus</i>, mediante la colecta de organismos en condiciones naturales.	Contar con información estadística sobre la distribución geográfica y las características morfométricas de la especies.	✓ Se conocen las características morfométricas de la especie, las cuales se obtuvieron a partir de muestreos en campo.
Describir el hábitat de la especie nativa <i>P. pilosimanus</i>, en tributarios del río Cahabón.	Un mapa georeferenciado sobre la distribución y abundancia de la especie en el Río Cahabón, Alta Verapaz	<p>✓ Se cuenta con una descripción del hábitat natural donde se encuentra la especie <i>P. pilosimanus</i>.</p> <p>✓ Además, se cuenta con puntos de georeferenciación de los lugares donde se encontraron organismos.</p>
Determinar en campo los aspectos de la biología más importantes de la especie, que permitan generar conocimientos.	Conocimientos de la biología de la especie.	✓ Se cuenta con una breve descripción de los aspectos biológicos de la especie de estudio, tanto en cautiverio como en su hábitat natural.

<p>Evaluar los índices biológicos de la adaptación y reproducción de <i>P. pilosimanus</i> bajo condiciones de laboratorio.</p>	<p>Un procedimiento estandarizado para la adaptación y reproducción de la especie bajo condiciones controladas.</p> <p>Un banco de reproductores para futuros trabajos de investigación.</p>	<p>✓ Se cuenta con tablas de resultados de los índices biológicos de la adaptación y reproducción que tuvieron los organismos de <i>P. pilosimanus</i> en medio controlado.</p> <p>✓ Además, se cuenta con un banco de reproductores que pueden ser utilizados en futuras investigaciones.</p>
--	--	--

Fuente: trabajo de campo 2014

10 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1 Distribución geográfica *P. pilosimanus* en municipios del departamento de Alta Verapaz.

Como punto de partida para la colecta de organismos de *P. pilosimanus* se seleccionaron los municipios de Cobán, Tactic, San Cristóbal y San Pedro Carchá. Posteriormente, en base a la experiencia en campo de los comunitarios pertenecientes a cada uno de los municipios, se eligieron puntos específicos de colecta, siendo estos: ríos, nacimientos y riachuelos tributarios del río Cahabón.

Como puede apreciarse en el cuadro 01, se geoposicionaron 12 puntos, pertenecientes a cada sitio en donde se realizaron los muestreos. En cada sitio se anotó el nombre del lugar, municipio al que pertenece y el mes en el que se visitó, para contar con referencias de captura de los organismos, conociendo de esta forma la distribución que el camarón de río posee en el departamento de Alta Verapaz.

Cuadro 07. Puntos de colecta del camarón de río *P. pilosimanus*.

NO.	LUGAR	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD
1	Nacimiento Nueva Esperanza	Cobán	15°27.78'	90°24.608'
2	Puente Cahabón	San Pedro Carchá	15°27.633'	90°24.558'
3	Turicentro Sataña	Chisec	15°36.035'	90°24.397'
4	INDE (Aldea El Durazno)	Tactic	15°15.793'	90°17.026'
5	Finca La Libertad	Tactic	15°19.492'	90°23.197'
6	Restaurante Lo Ranch	Tactic	15°17.715'	90°18.798'
7	Hotel Don Francisco	San Pedro Carchá	15°28''49.54'	90°20''55.22'
8	Río Cahabón, Nueva Esperanza	Cobán	15°27''35.60'	90°24''32.20'
9	Río Cahabón, Nueva Esperanza 2	Cobán	15°27''47.07'	90°24''34.11'
10	Puente Nueva Esperanza	Cobán	15°28''01.29'	90°24''36.61'
11	Río Colegio Nueva Esperanza	Cobán	15°28''23.82'	90°24''31.16'
12	Riachuelo Colegio Nueva Esperanza	Cobán	15°28''22.76'	90°24''30.58'

Fuente: trabajo de campo 2014

Las figuras 07, 08, 09 y 10 muestran la localización geográfica de los puntos donde fueron realizados los muestreos, para la captura del camarón de río *P. pilosimanus*. Estos se realizaron en ríos, riachuelos y nacimientos, encontrando organismos únicamente en nacimientos y riachuelos. Por tal motivo fue importante identificar aquellos puntos en los que la incidencia del camarón de río es nula, evitando de esta forma retomar puntos en donde no se tendrá éxito de colecta.

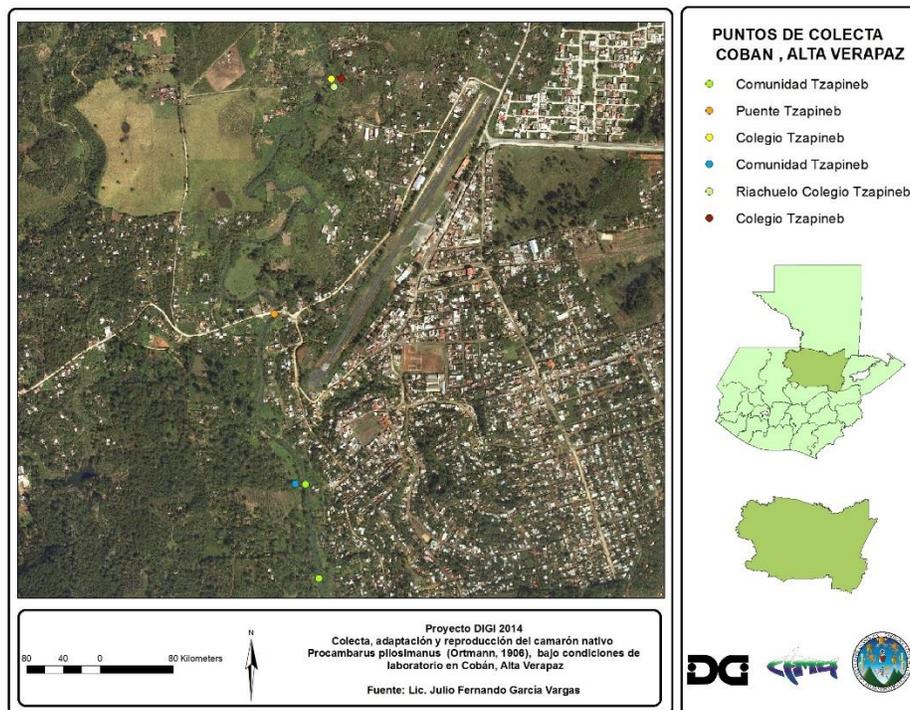


Figura 07. Puntos de colecta *P. pilosimanus* en el municipio de Cobán.

Fuente: trabajo de campo 2014

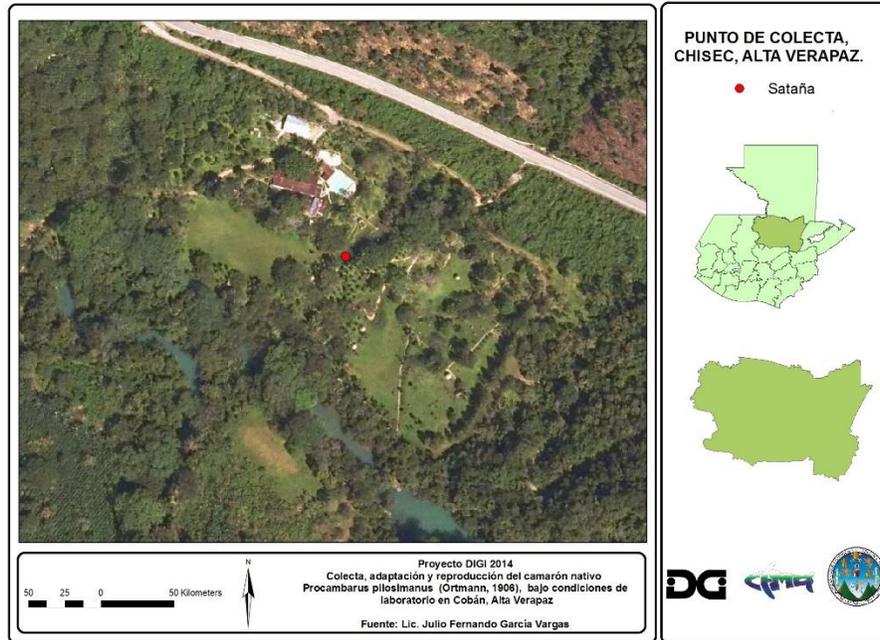


Figura 08. Puntos de colecta *P. pilosimanus* en el municipio de Chisec.

Fuente: trabajo de campo 2014

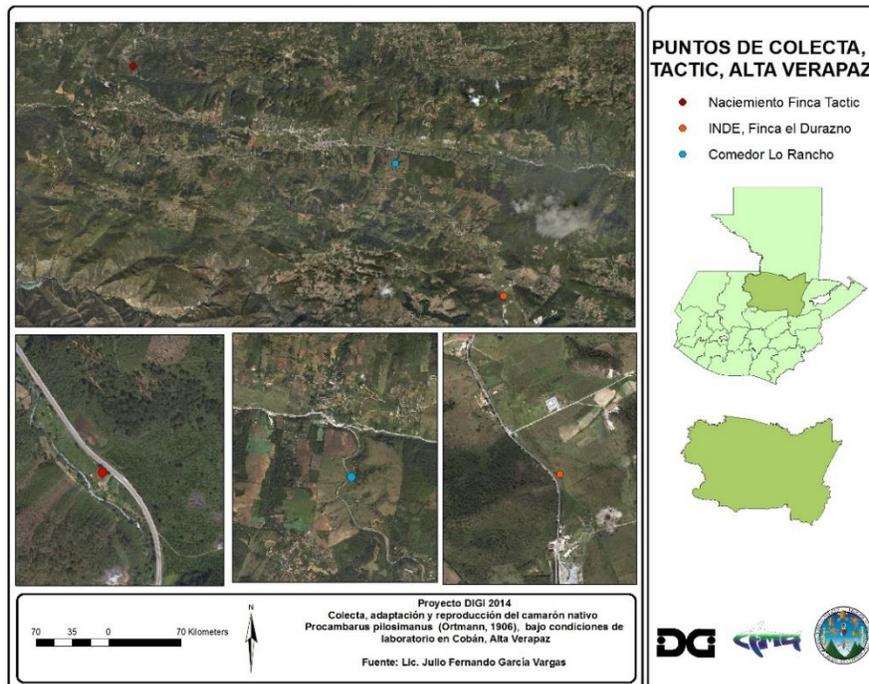


Figura 09. Puntos de colecta *P. pilosimanus* en el municipio de Tactic.

Fuente: trabajo de campo 2014

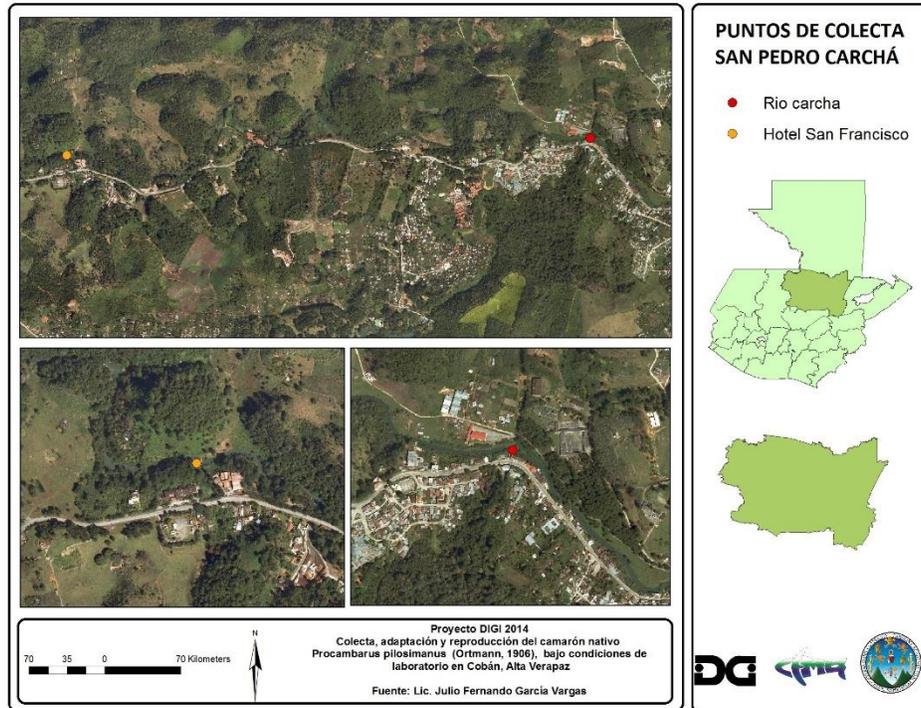


Figura 10. Puntos de colecta *P. pilosimanus* en el municipio de San Pedro Carchá.

Fuente: trabajo de campo 2014

Se puede observar en base a la localización de los puntos en la región de Alta Verapaz, que la distribución del camarón de río es bastante amplia, no viéndose limitada un municipio del departamento.

10.2 Caracterización morfométrica de la especie *P. pilosimanus*.

Durante la captura y posterior a ella, se anotaron los aspectos morfológicos más relevantes de la especie, con el fin de identificar las diferencias entre género y las variaciones que el organismo presenta al ser trasladados a un medio controlado. Se realizaron monitorios cada 7 días, para ir evaluando la progresividad en el crecimiento y la relación de los cambios morfométricos con el tamaño de la especie.

10.2.1 Características biológicas

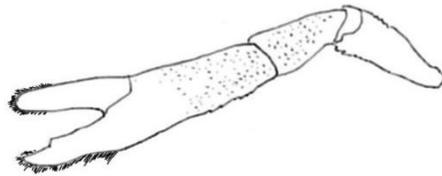
Tanto macho como hembra presentan características que los distinguen uno de otro, por tal motivo se realizó una descripción de los aspectos relevantes que hacen posible esa distinción.

Los machos de *P. pilosimanus*, poseen quelas más grandes y delgadas en comparación a las hembras, presentado en las tenazas pequeños filamentos o pubescencia que los caracterizan, con una abertura de la tenaza más grande, mientras que las hembras de *P. pilosimanus* poseen quelas pequeñas y más gruesas en comparación a las quelas de los machos, con una abertura de menor proporción. (figura 11).

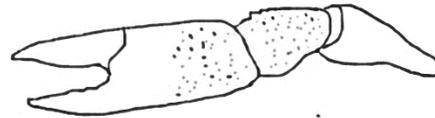
Cuadro 08. Breve descripción del camarón de río *P. pilosimanus*.

Espece	<i>Procambarus pilosimanus</i>
Nombre común	<i>Langostino</i>
Distribución	Tributarios del río Cahabón
Hábitat	Les gusta estar refugios durante el día y activos por la noche.
Alimentación	Se ha observado que tiene aceptación a los siguientes alimentos: camaronina, alimento para peces (hojuelas), pellets de tilapia, pinito de agua (planta acuática sumergida), peces pequeños. Tiene hábitos carroñeros (se alimenta hasta de sus propias mudas)
Coloración	Su coloración varía según estado de madurez. En las hembras varía cuando se encuentra en época reproductiva. Presentan diferentes tonalidades de color café oscuro a café grisáceo.
Muda	Cada 30 días aproximadamente
Eclosión de huevos	Se reportaron 45 huevos, pero sin éxito reproductivo.

Fuente: trabajo de campo 2014



Macho



Hembra

Figura 11. Macho y hembra de *P. pilosimanus*.

Fuente: trabajo de campo 2014

Los órganos genitales del Macho de *P. pilosimanus* se encuentran localizados al finalizar la cuarta extremidad torácica, en forma de vainas, siendo estos pleópodos modificados en función copulatoria de tamaño más prominente, prolongándose en medio de las patas torácicas.(figura 12)

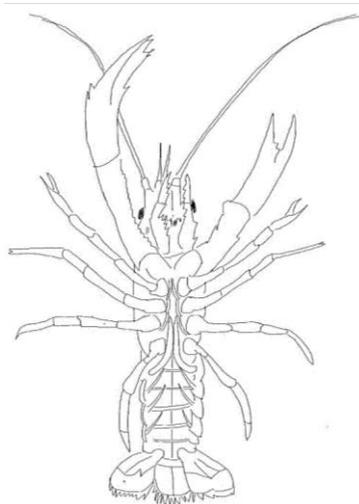
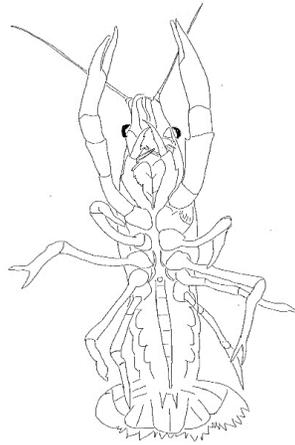


Figura 12. Parte ventral de macho *P. pilosimanus*.

Fuente: trabajo de campo 2014

El tamaño del cefalotórax y la cola de las hembras de *P. pilosimanus* es relativamente similar al de los machos, únicamente teniendo variaciones propiamente en las quelas tanto en su tamaño como en su forma. Los órganos genitales se encuentran localizados entre la tercera y la cuarta pata torácica, presenciándose en forma de punto de color blanco (figura 13)



Hembra

Figura 13. Parte ventral de hembra *P. pilosimanus*.

Fuente: trabajo de campo 2014

El comportamiento de crecimiento en cuanto a talla de machos y hembras es similar, sin embargo el comportamiento en cuanto a peso es distinto, puesto que el macho desarrolla quelas más grandes en comparación a la hembra, siendo este un factor influyente en el comportamiento de peso.

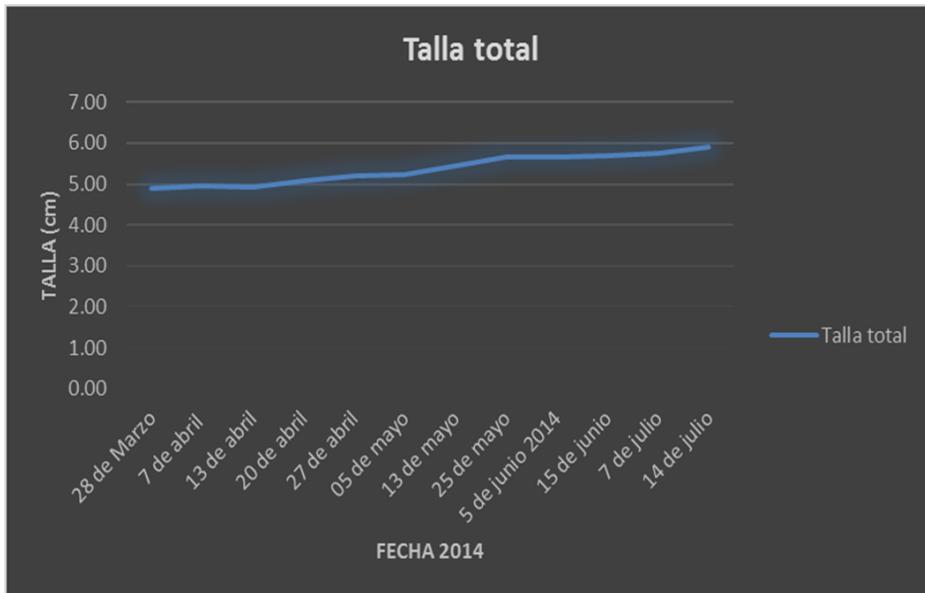


Figura 14. Comportamiento talla total de los organismos en centímetros.

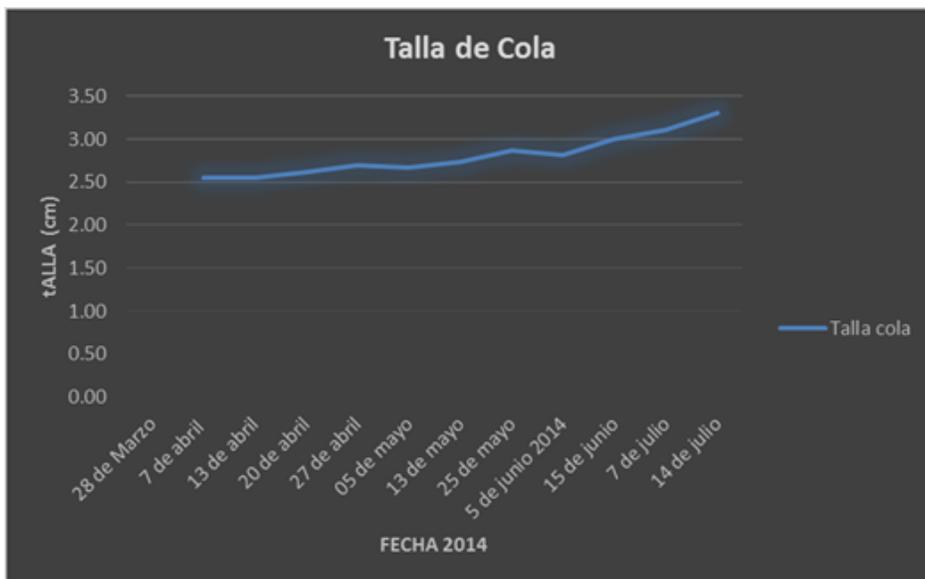


Figura 15. Comportamiento de talla de cola de los organismos en centímetros.

En la figura 16, podemos observar la diferencia de tamaño de quelas entre machos y hembras, siendo esta una característica importante a la hora de la identificación de adultos en medios naturales.



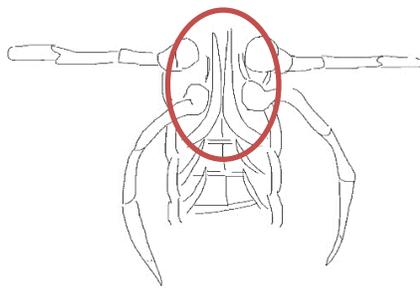
Macho



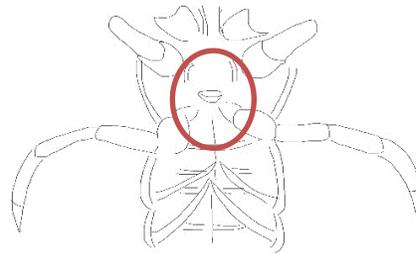
Hembra

Figura 16. Macho y hembra de *P. pilosimanus*.

Fuente: trabajo de campo 2014



Macho



Hembra

Figura 17. Aparato de macho y hembra de *P. pilosimanus*.

Fuente: trabajo de campo 2014

Se pudo constatar durante el periodo de captura y desarrollo en medios controlados, que el órgano sexual tanto de machos como hembras comienza a ser visible en organismos con tallas superiores a los 3.5 cm.



Figura 18. Comportamiento del peso de los organismos en gramos.

10.2.1.1 Coloraciones.

La coloración de los organismos es una característica que puede verse asociada al estado y el medio en el que se encuentran, indicándonos una muda reciente, el tipo de alimento ingerido o proceso de reproducción (presencia de huevos en los pleópodos). Por tal motivo hemos descrito las distintas variaciones de color que ha tenido el *P. pilosimanus* en su exoesqueleto durante la investigación, desde su captura hasta su desarrollo en medios controlados (Peceras), teniendo variaciones desde cafés-oscuro a café-claro.

El camarón de río *P. pilosimanus* durante su captura en medio natural, presento en organismos de gran tamaño una tonalidad de café oscuro, mientras que en organismos más pequeños se observó una coloración de café con manchas negras.

Cuadro 08. Coloraciones presentes en el *P. pilosimanus* en medio natural.

NO.	COLORACIÓN	IMAGEN
1	Café oscuro	
2	Café	
3	Café con manchas negras	

Fuente: trabajo de campo 2014

Al transcurrir 3 días posteriores a su captura, la coloración cambio, variando de cafés y verde hasta un color azul, pudiendo ser causado por el estrés resultado del cambio de hábitat, además del alimento suministrado, y la manipulación por muestreo. En el cuadro no. 09 podemos observar las variaciones de color que tiene el *P. pilosimanus* en un medio controlado.

Las hembras tienden a realizar cambio de coloración previo a su proceso de reproducción y durante la incubación de los huevos. Pasando de un color café a un color azul claro.



Figura 19. Hembra de *P. pilosimanus* azul.

Fuente: trabajo de campo 2014



Figura 20. Hembras presentando coloración azul y machos en coloración normal.

Fuente: trabajo de campo 2014

Cuadro 10. Coloraciones presentes en el *P. pilosimanus* en medio controlado en laboratorio.

NO.	COLORACIÓN	IMAGEN
1	Verde con patas, quelas y pleópodos naranja.	
2	Café claro	
3	Café con manchas negras	
4	Gris claro	
5	Blanco	
6	Café claro con manchas negras	
7	Azul, con patas y pleópodos blancos.	

Fuente: trabajo de campo 2014

10.2.2 Hábitos alimenticios (Medio controlado)

Los organismos de *P. pilosimanus*, aceptaron alimento balanceado (camarón y peces), alimento para peces de acuario (hojuelas de pescado), peces pequeños y plantas acuáticas sumergidas, desde su introducción a medios controlados, hasta la finalización de su evaluación.

Su alimentación regularmente se desarrolló en horas de la tarde y la noche, ya que en horas de la mañana permanecieron en sus refugios no teniendo mayor actividad.

El alimento era capturado por los organismos por el primer par de patas torácicas para posteriormente ser ingerido, se pudo observar que el resto del alimento que no era ingerido, fue colectado por los mismos organismos en un solo punto del recinto para luego ser ingerido.

En ocasiones los organismos se alimentaron de las mudas de otros camarones e incluso ingirieron organismos que habían muerto dentro del recinto, mostrándonos de esta forma hábitos carroñeros y de canibalismo.



Figura 21. Alimentación del *P. pilosimanus*.

Fuente: trabajo de campo 2014



Figura 22. Alimento suministrado a los organismos de *P. pilosimanus*.

Fuente: trabajo de campo 2014

10.2.3 Muda y desarrollo

Mientras que el camarón va creciendo su caparazón va mudando con frecuencia, antes de realizarse este acto presenta una coloración rojiza en todo su exoesqueleto indicando que se avecina una próxima muda. Luego de que el caparazón mudado es removido, el organismo queda con una débil membrana de protección dejándolo vulnerable a cualquier ataque de depredadores en medio natural y de otros organismos de su misma especie en medios controlados. La frecuencia de muda es variable, puede presentarse con un tiempo de 15 a 25 días aproximadamente.

Durante la etapa de muda, busca refugiarse en lugares apartados donde no pueda ser molestado por algún otro organismo, dando así oportunidad al endurecimiento del nuevo caparazón.

De la misma forma, la muda se ve relacionada al apareamiento y desove de huevos, puesto que antes de presentarse signos de apareamiento, la hembra realiza una muda, posteriormente el macho inicia su proceso de cortejo y fertilización, para que luego la hembra pueda realizar la expulsión de los ovocitos que finalmente eclosionarán y se convertirán en nuevos organismos.

En la figura 23, se muestran distintas mudas que fueron colectadas durante la investigación, dando a conocer que el camarón muda todo su exoesqueleto desde las quelas hasta el área abdominal donde se encuentran los pleópodos.



Figura No. 23. Mudadas de *P. pilosimanus*.

Fuente: trabajo de campo 2014

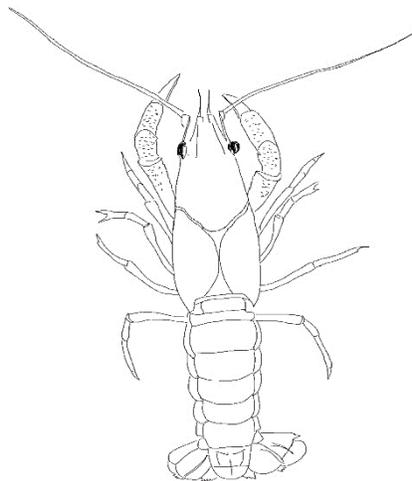


Figura 24. Parte superior de *P. pilosimanus*

Fuente: trabajo de campo 2014

10.3 Hábitat de la especie *P. pilosimanus*.

El camarón de río *P. pilosimanus* es un artrópodo dulceacuícola que vive en ríos, riachuelos, lagunas, nacimientos. Su hábitat principalmente se encuentra en los nacimientos de agua, donde se encuentran ya sea en fondos lodosos, como en las raíces de plantas localizadas en los alrededores del cuerpo de agua.

Se encontró en áreas carentes de rocas, mayormente con suelos arenosos o arcillo-fangoso en profundidades que oscilaron entre 1 m a 1.5 m.

Los organismos más pequeños se encontraron mayormente entre las raíces de plantas propiamente del área, tales como ninfas, tul u otras plantas acuáticas. Mientras que los adultos se sitúan en la profundidad del cuerpo de agua, entre el fango y el lodo.

La especie de camarón de río fue capturada en ecosistemas lóticos, dígase riachuelos y nacimientos (figuras 25 y 26) cuya corriente fue mínima, no tendiendo éxito en cuerpos de agua lóticos con alta corriente.



Figura 25. Riachuelo finca El Durazno (INDE)

Fuente: trabajo de campo 2014



Figura 26. Nacimiento Finca La Libertad.

Fuente: trabajo de campo 2014

Cuadro 11. Descripción del hábitat de *P. pilosimanus* en medio natural.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Ambiente acuático	Léntico
Sustrato	Suelos arenosos o arcillo-fangoso
Profundidad	1-1.5 mts
Temperatura	20° a 25°C.
Calidad del agua	Nitritos bajo nivel Nitratos bajo nivel Fosfatos sin fosfatos

Fuente: trabajo de campo 2014

10.3.1 Condiciones ambientales.

El camarón de río *P. pilosimanus*, fue capturado en áreas donde la temperatura del agua oscilo entre los 20° a los 25°C.

Cuadro 12. Datos de concentraciones de nitritos, nitratos y fosfatos.

PUNTOS	ÉPOCA SECA			ÉPOCA LLUVIOSA		
	Nitritos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)
Nacimiento	0.018	2.5	2.6	1.126	65.3	2.75
Río Cahabón	0.291	7	2.6	0.21	31.3	2.75

Fuente: trabajo de campo 2014

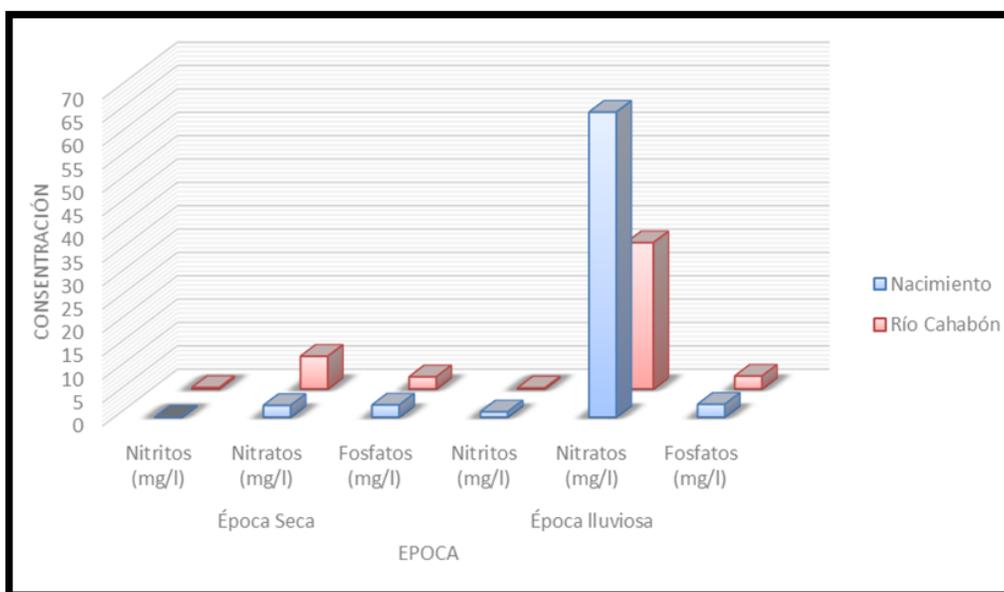


Figura 27. Concentraciones de Nitritos, Nitratos y Fosfatos.

Fuente: trabajo de campo 2014

10.3.2 Fauna asociada al medio natural de captura del *P. pilosimanus*.

En el hábitat donde se encuentra la especie de camarón de río *P. pilosimanus*, con frecuencia podemos encontrar otro tipo de organismos tales como: A) Insectos: Ninfa de libélula (*Odonatos*), Chinche de agua (*Belostoma elongatum*) B) Peces: Poecilidos (*Poecilidae*), C) Anélidos: Lombriz común de tierra (*Lumbricus terrestris*) y D) Moluscos: Jute (*pleurocera sp.*) (cuadro 013)

Cuadro 13. Fauna asociada al medio de captura del *P pilosimanus*.

NO.	NOMBRE	IMAGEN
INSECTOS		
1	Ninfa de libélula <i>Odonata</i>	
2	Ninfa de libélula <i>Odonata</i>	
3	Chinche de agua <i>Belostoma elongatum</i>	
PECES		
4	Poecilido <i>Poecilidae</i>	
ANELIDO		
4	Lombriz común <i>Lumbricus terrestris</i>	

Fuente: trabajo de campo 2014

10.3.3 Sustratos asociado al hábitat del camarón de río *P. pilosimanus*.

El sustrato encontrado en los puntos con éxito de captura, fue de tipo fango-lodoso y fango-arsilloso, con presencia de algunas algas o plantas en el fondo. Esto permite que los organismos puedan refugiarse de depredadores y de alimentarse de los nutrientes encontrados en el sustrato.

En los sitios donde el sustrato era rocoso y con alta corriente no se encontró ningún organismo, debido a corrientes fuertes, que imposibilitaban la presencia de los organismos tanto en fondo como en las orillas.



Figura 28. Sustrato

Fuente: trabajo de campo 2014



Figura 29. Sustrato lodoso.

Fuente: trabajo de campo 2014

10.3.4 Plantas asociadas al hábitat del camarón de río *P. pilosimanus*.

Se encontraron dos plantas mayormente asociadas a los hábitat donde se colectaron los ejemplares de *P. pilosimanus*, siendo estas: el tule (*Juncus sp.*), el jacinto de agua común (*Eichornia crassipes*), el berro de agua (*Nasturtium officinale*), el clavito de pozo (*Ludwigia sp.*)

Cuadro 14. Flora asociada al medio de captura del *P pilosimanus*.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	IMAGEN
1	Tule	<i>Juncus sp.</i>	
2	Jacinto de agua común	<i>Eichornia crassipes</i>	
3	Berro de agua	<i>Nasturtium officinale</i>	
4	Clavito de pozo	<i>Ludwigia sp.</i>	
5		<i>Polygonum sp.</i>	

Fuente: trabajo de campo 2014

10.4 Determinar en campo los aspectos de la biología más importantes de la especie.

10.4.1 Características del *P. pilosimanus* en medio natural

El comportamiento de los organismos en su medio natural, difiere del comportamiento que tienen en un medio controlado, debido a que las condiciones varían por mucho. Los organismos en la fase de colecta y captura, fueron encontrados en dos puntos distintos del sistema natural, los adultos se encontraron en su mayoría en el fondo con presencia de sustratos lodosos, mientras que los organismos más jóvenes se encontraron fijados en las raíces de plantas o pequeños arbustos cercanos a la orilla del medio.

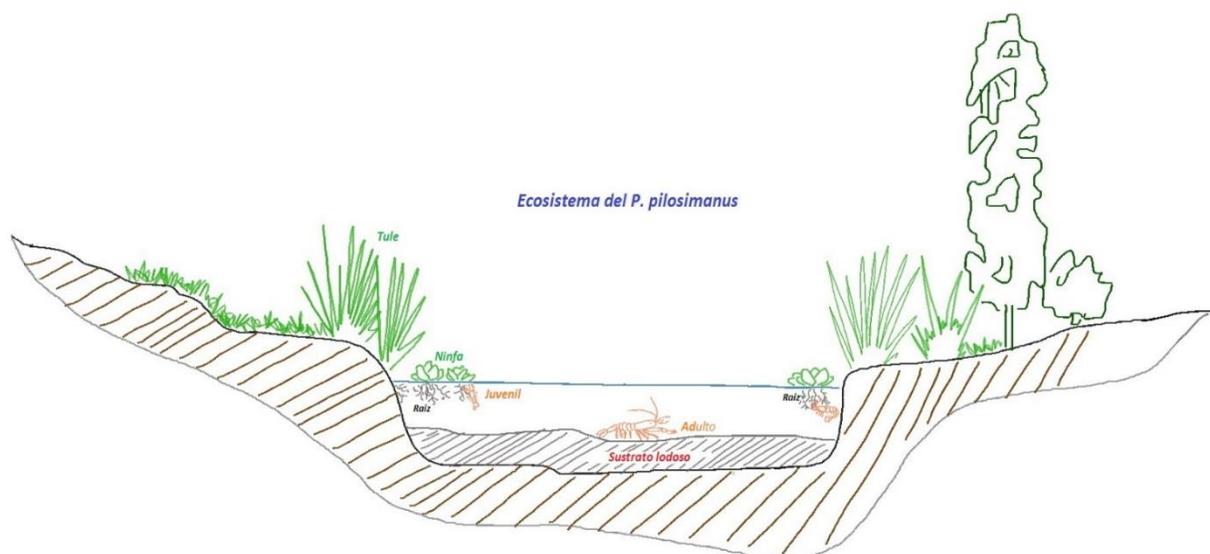


Figura 30. Ubicación del camarón de río *P. pilosimanus* en un ecosistema.

Fuente: trabajo de campo 2014

Los organismos al ser capturados presentan un grado medio de agresividad, defendiéndose con sus quelas, una vez ubicado en el recipiente de transporte estos comienzan a nadar hacia atrás con el fin de poder huir de cualquier amenaza, pasado

un periodo de tiempo de 5 minutos estos disminuyen su actividad, mostrándose más dóciles.

Según los resultados presentados por medio de la observación, si el periodo de tiempo en el que se van a transportar es largo, es indispensable separar a los organismos más pequeños de los organismos grandes, puesto que estos muestran agresividad hacia ellos hasta el punto de causarles la muerte.



Figura 31. Transporte de organismos de *P. pilosimanus*.

Fuente: trabajo de campo 2014

En el momento de la captura se pudo observar que la coloración de los organismos en medio natural se muestra bastante uniforme, con un color que varía levemente de un café claro a un café oscuro. En sus quelas se pueden notar tanto en machos como hembras, pequeños filamentos cubiertos de materia, siendo presentes solo en organismos adultos.

10.4.2 Ubicación de organismos en medio natural.

Se ubicaron 12 puntos potenciales de captura del camarón de río *P. pilosimanus* al inicio de la investigación, de los cuales 7 puntos mostraron presencia del camarón de río, mostrando características ambientales en común. Teniendo una frecuencia de captura promedio de 35 organismos, por un periodo de 60 minutos.

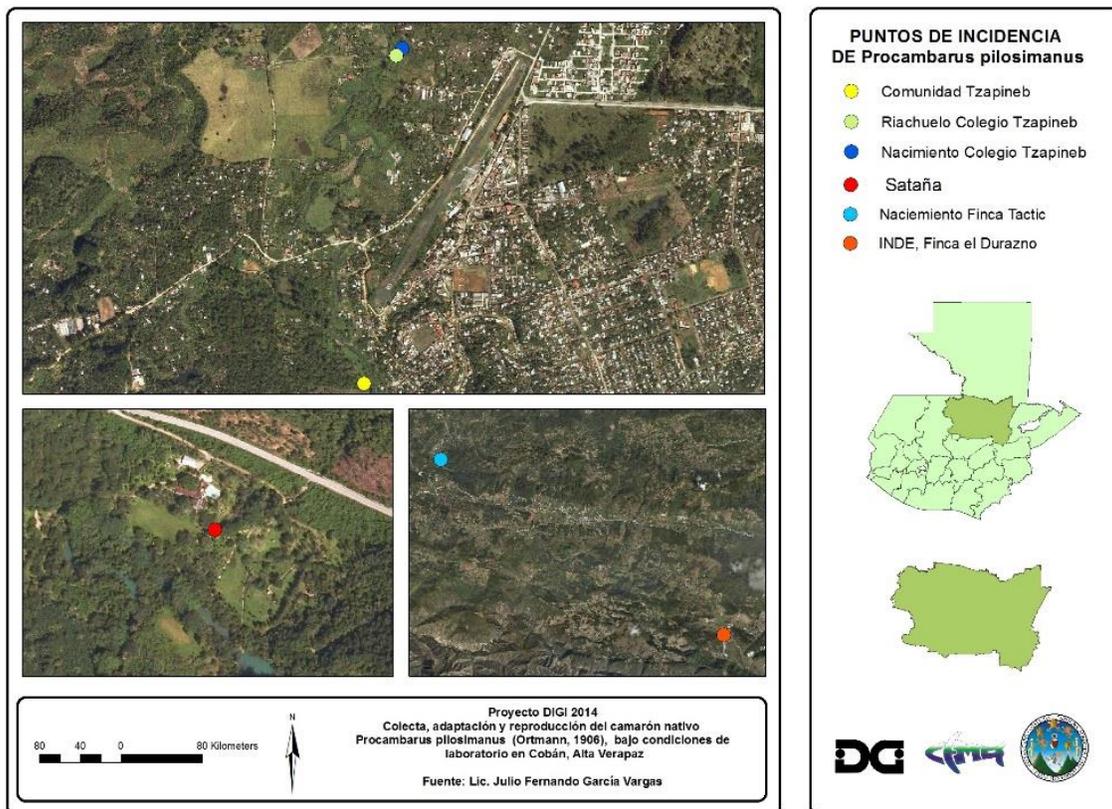


Figura 32. Puntos de Incidencia *P. pilosimanus*.

Fuente: trabajo de campo 2014

Durante un periodo de 5 meses se realizaron capturas periódicas en los puntos ya establecidos, cuya finalidad fue la de coleccionar la cantidad de organismos adecuada, para realizar los estudios de adaptabilidad y desarrollo en medios controlados ubicados en la ciudad capital. En el cuadro 15 se muestra la frecuencia de captura obtenida de febrero a junio.

Cuadro 15. Capturas del camarón de río *P. pilosimanus*.

NO. ORGANISMOS		
No. total de organismos colectados	105	100
No. de machos colectados	42	40
No. de hembras colectadas	68	60
No. de organismos posterior al traslado	91	87
Organismos laboratorio	91	100
No. de organismos después de 1ra. Semana	76	84
No. de organismos después de 2da. semana	74	81
No. de organismos a 4 meses	66	73

Fuente: trabajo de campo 2014

10.5 Índices biológicos de la adaptación y reproducción de *P. pilosimanus* bajo condiciones de laboratorio.

10.5.1 Comportamiento

El camarón de río durante la fase de adaptabilidad y desarrollo al medio controlado presenta distintas etapas de comportamiento. En general el camarón de río presenta comportamientos aislados, es decir que durante el día se mantienen en los refugios elaborados de pvc, mientras que en la noche salen para alimentarse.

Cuando un macho es sometido a ambientes donde se encuentra con otros de su mismo género, el macho más dominante con características más imponentes, tiende a atacar a los más débiles causándoles la muerte, con el fin de que en su medio él pueda tener una mayor oportunidad de reproducción y dominancia.

En la tabla podemos observar las características generales en cuanto al comportamiento en las distintas etapas de adaptabilidad a medios controlados, durante el periodo de investigación.

Cuadro 16. Resultados de comportamiento del *P. pilosimanus*.

VARIABLE	RESULTADOS		
	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Actividad	Poco activo	Muy activo	Normal
Localización dentro del recinto	Fondo en refugios	Fondo en refugios	Sin localización fija
Desplazamiento	Normal	Normal	Normal
Agresividad	No agresivo	Poco agresivo	Muy agresivo
Alimentación	Poco apetito	Normal	Normal
Canibalismo	Ausencia	Presencia	Presencia
Mortalidad	0%	0%	40%
Sobrevivencia	100%	100%	60%
Patología	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente: trabajo de campo 2014

*Etapa 1: Primeros 7 días de haberse extraído del medio natural y llevado a un medio controlado.

*Etapa 2: 10 días después de haber pasado la primera etapa.

*Etapa 3: Tiempo después de la segunda etapa, ya un organismo adaptado en medios controlados.

10.5.2 Crecimiento.

En el cuadro 17, se puede observar el comportamiento de la media del crecimiento de los organismos de camarón de río *P. Pilosimanus* a lo largo de 181 días de medición, estableciendo diferencias entre hembras y machos.

Cuadro 17. Datos generales de morfometría y de biomasa de camarón de río *P. pilosimanus*, en 181 días en medio controlado.

Día de medición	hembras peso (gr)	hembras total talla (cm)	hembras talla cola (cm)	macho peso (gr)	macho total talla (cm)	macho talla cola (cm)
Día de siembra	3.42	5.05	2.6	2.18	3.68	1.92
a los 5 días	3.5	5.17	2.67	2.7	4.6	2.38
a los 12 días	3.77	5.29	2.76	2.88	4.78	2.42
a los 19 días	3.65	5.25	2.7	3.26	4.9	2.58
a los 27 días	4.09	5.29	2.7	3.65	5.13	2.6
a los 35 días	4.46	5.57	2.8	4.53	5.2	2.57
a los 47 días	5.21	5.74	2.9	5.1	5.35	2.75
a los 58 días	5.5	5.74	2.86	5.1	5.35	2.65
a los 68 días	5.71	5.79	2.96	5.15	5.35	3.15
a los 90 días	5.92	5.82	2.8	5.1	5.5	2.85
a los 97 días	6.1	5.98	3.02	5.3	5.65	2.95
a los 111 días	6.12	6.02	3.08	6.15	5.95	2.95
a los 118 días	6.35	5.98	3.17	6.2	6.15	3
a los 132 días	7.15	6.32	3.22	6.6	6.1	3.1
a los 167 días	7.57	6.32	3.18	6.7	6.3	3.15
a los 181 días	7.75	6.3	3.25	7.75	6.45	3.25

Fuente: trabajo de campo 2014

El incremento de peso en gramos de las hembras a lo largo de los 181 días fue de 4.33 gramos, mientras que en los machos en el mismo período de tiempo fue de 5.57 gramos. En cuanto a la talla la talla total de los organismos el incremento de las hembras fue de 1.27 cm, mientras que el de los machos fue de 2.77 cm. Mostrando de esta forma que los machos durante el periodo de observación dentro de medios controlados han tenido una ganancia en peso y talla, superior a las hembras.

Se realizó una prueba de t con datos emparejados para comparación del peso de las hembras y machos en el periodo de tiempo de 181 días (Cuadro 18)

Cuadro 18. Comparación de peso de hembras y machos de *P. pilosimanus* a lo largo de un período de 181 días en medio controlado.

Día de medición	Hembras peso (gr)	Macho peso (gr)
Día de siembra	3.42	2.18
A los 5 días	3.5	2.7
A los 12 días	3.77	2.88
A los 19 días	3.65	3.26
A los 27 días	4.09	3.65
A los 35 días	4.46	4.53
A los 47 días	5.21	5.1
A los 58 días	5.5	5.1
A los 68 días	5.71	5.15
A los 90 días	5.92	5.1
A los 97 días	6.1	5.3
A los 111 días	6.12	6.15
A los 118 días	6.35	6.2
A los 132 días	7.15	6.6
A los 167 días	7.57	6.7
A los 181 días	7.75	7.75

Fuente: Trabajo de campo 2014

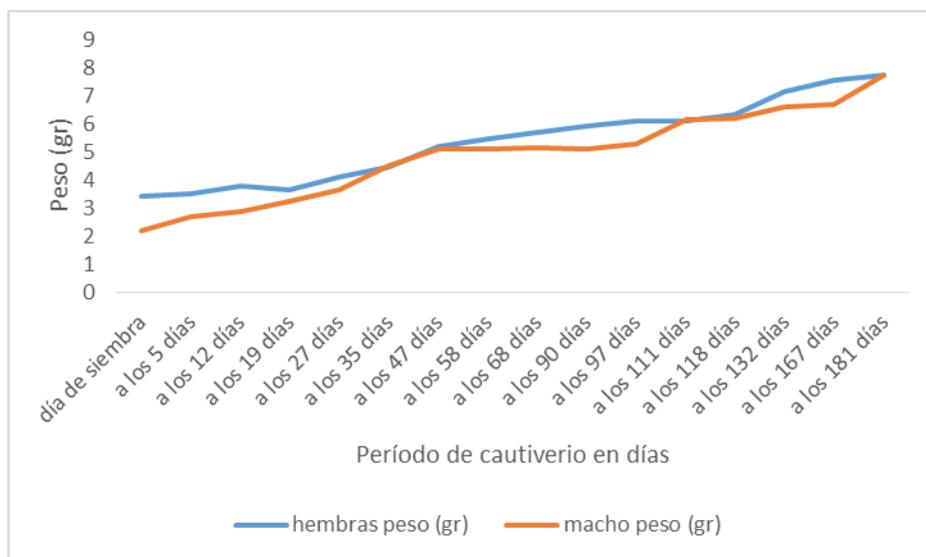


Figura 33. Comportamiento del incremento en peso de hembras y machos de camarón de río *P. pilosimanus*, a lo largo de un período de 181 días.

Fuente: trabajo de campo 2014

En el cuadro 19, se puede apreciar que al comparar el estadístico $t = 5.07$, con el valor crítico de $t = 2.13$, existe dependencia del peso con respecto al sexo de los organismos, teniendo mayor incremento los machos que las hembras.

Cuadro 19. Prueba de medias de peso para datos emparejados de *P. pilosimanus* a lo largo del período de 181 días en medio controlado.

	Hembras peso (gr)	Macho peso (gr)
Media	5.391875	4.896875
Varianza	2.097722917	2.570342917
Observaciones	16	16
Coeficiente de correlación de Pearson	0.972423721	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	15	
Estadístico t	5.077702096	
P(T<=t) una cola	6.81416E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1.753050356	
P(T<=t) dos colas	0.000136283	
Valor crítico de t (dos colas)	2.131449546	

Fuente: Trabajo de campo 2014

La talla total de los machos al final del período fue mayor que en las hembras, existiendo diferencia estadística de las medias a lo largo del tiempo dado por un estadístico $t = 3.66$ y un valor crítico de $t = 2.13$. (Cuadro 07).

Cuadro 20. Datos de talla total para datos emparejados de *P. pilosimanus* a lo largo del período de 181 días en medio controlado.

Día de medición	Hembras total talla (cm)	Macho total talla (cm)
Día de siembra	5.05	3.68
A los 5 días	5.17	4.6
A los 12 días	5.29	4.78
A los 19 días	5.25	4.9
A los 27 días	5.29	5.13
A los 35 días	5.57	5.2
A los 47 días	5.74	5.35
A los 58 días	5.74	5.35
A los 68 días	5.79	5.35
A los 90 días	5.82	5.5
A los 97 días	5.98	5.65
A los 111 días	6.02	5.95
A los 118 días	5.98	6.15
A los 132 días	6.32	6.1
A los 167 días	6.32	6.3
A los 181 días	6.3	6.45

Fuente: Trabajo de campo 2014

Cuadro 21. Prueba de medias de talla total para datos emparejados de *P. pilosimanus* a lo largo de 181 días en medio controlado.

	Hembras total talla (cm)	Macho total talla (cm)
Media	5.726875	5.4025
Varianza	0.177409583	0.512873333
Observaciones	16	16
Coeficiente de correlación de Pearson	0.936719151	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	15	
Estadístico t	3.667348488	
P(T<=t) una cola	0.001143535	
Valor crítico de t (una cola)	1.753050356	
P(T<=t) dos colas	0.00228707	
Valor crítico de t (dos colas)	2.131449546	

Fuente: Trabajo de campo 2014

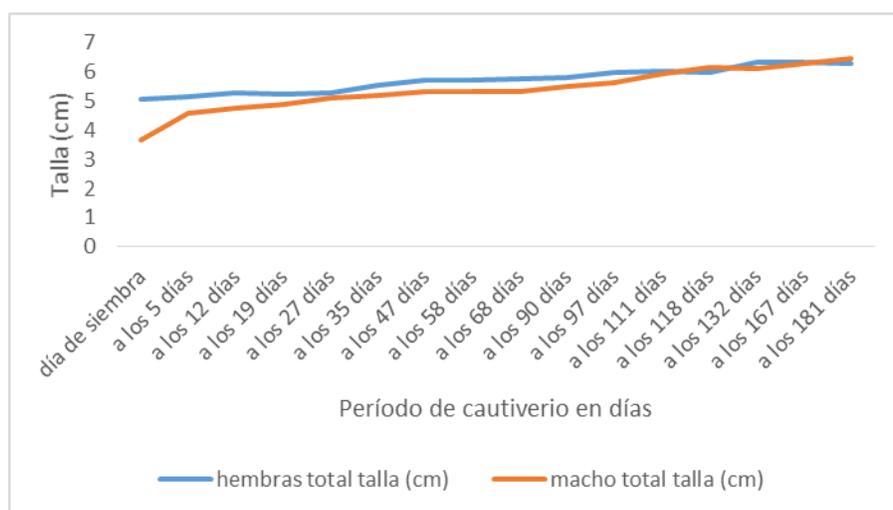


Figura 34. Comportamiento del incremento en talla total de hembras y machos de camarón de río *P. pilosimanus*, a lo largo de un período de 181 días.

Fuente: trabajo de campo 2014

Como puede verse en el cuadro 21, el incremento de la talla de la cola de los camarones de río depende del sexo del organismo teniendo mayor longitud de cola los machos al final del período.

Cuadro 22. Datos de talla de cola de hembras y machos de camarón de río *P. pilosimanus* a lo largo de un período de 181 días

Día de medición	Hembras talla cola (cm)	Macho talla cola (cm)
Día de siembra	2.6	1.92
A los 5 días	2.67	2.38
A los 12 días	2.76	2.42
A los 19 días	2.7	2.58
A los 27 días	2.7	2.6
A los 35 días	2.8	2.57
A los 47 días	2.9	2.75
A los 58 días	2.86	2.65
A los 68 días	2.96	3.15
A los 90 días	2.8	2.85
A los 97 días	3.02	2.95
A los 111 días	3.08	2.95
A los 118 días	3.17	3
A los 132 días	3.22	3.1
A los 167 días	3.18	3.15
A los 181 días	3.25	3.25

Cuadro 23. Prueba de medias de talla cola para datos emparejados de *P. pilosimanus* a lo largo de un período de 181 días

	Hembras talla cola (cm)	Macho talla cola (cm)
Media	2.916875	2.766875
Varianza	0.04574292	0.12459625
Observaciones	16	16
Coeficiente de correlación de Pearson	0.88504975	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	15	
Estadístico t	3.13169008	
P(T<=t) una cola	0.00342919	
Valor crítico de t (una cola)	1.75305036	
P(T<=t) dos colas	0.00685839	
Valor crítico de t (dos colas)	2.13144955	

Fuente: Trabajo de campo 2014

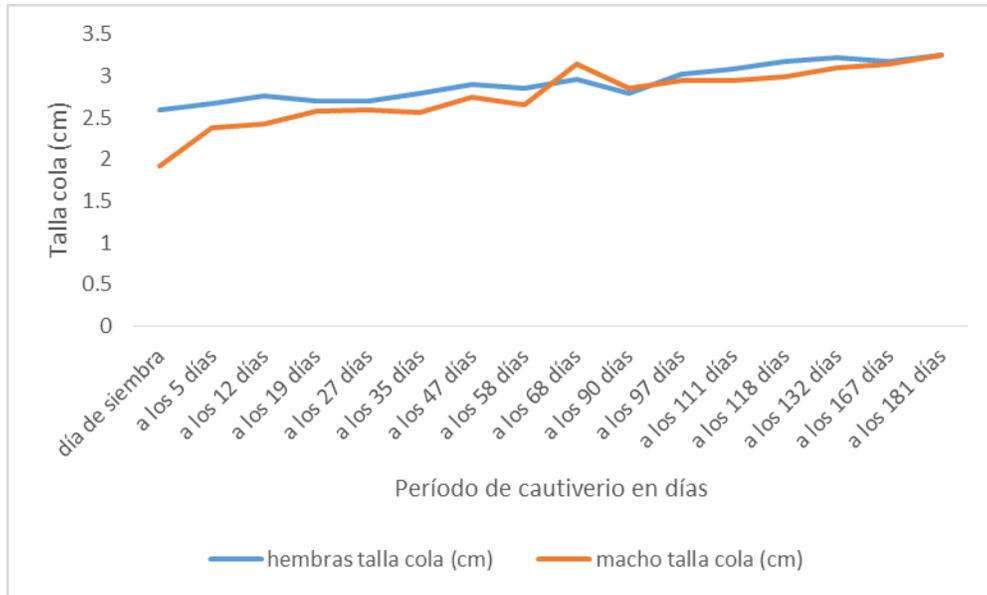


Figura 35. Comportamiento del incremento en talla cola de hembras y machos de camarón de río *P. pilosimanus*, a lo largo de un período de 181 días.

Fuente: trabajo de campo 2014

10.5.3 Reproducción

El camarón de río *P. pilosimanus* es un organismo ovíparo, este puede reproducirse a lo largo de todo el año.

En el periodo de observación se pudo constatar que la fecundación entre macho y hembra es externa. Teniendo oportunidad únicamente el macho más grande o dominante puesto que el mismo desplaza a los machos que posean características similares en cuanto a tamaño, llegando al punto de agredir a estos hasta la muerte.

10.5.3.1 Apareamiento

El cortejo inicia cuando el macho aparta a la hembra de cualquier organismo dentro del acuario, empujándola de forma agresiva con las quelas.

Una vez aislada la hembra, este se coloca en la parte superior del cefalotórax de la misma, sosteniéndola firmemente con los pleópodos de modo a que no escape.

La hembra queda en un estado inmóvil, el macho suavemente comienza a colocarla en posición lateral quedando los pleópodos y la cloaca expuesta, una vez el macho logra la posición adecuada para la hembra, este se coloca paralelamente a la hembra, de manera que las partes ventrales del cefalotórax de ambos entren en contacto, posteriormente el macho realiza la eyaculación y fertilización de la hembra.

10.5.4 Desove

Producido el acto de apareamiento, el macho se aparta de la hembra y está busca un refugio seguro en donde expulsará y fijará los óvulos en la parte ventral de su cefalotórax, figura 36.



Figura 36. Hembra ovada de *P. pilosimanus*

Fuente: trabajo de campo 2014

Una vez los óvulos de las hembras se hicieron visibles, estas deben separarse del recinto donde se encuentran todos los organismos, aislándolas para evitar acciones agresivas y daños. Esto facilita su evaluación y disminuye el estrés, dando la oportunidad a que los óvulos se desarrollen de forma adecuada figura 34.



Figura 37. Hembra ovada de *P. pilosimanus*

Fuente: trabajo de campo 2014

A través de la observación se pudo constatar que las hembras en ausencia de un macho pueden presentar óvulos sin fertilizar, localizados en los pleópodos. Dichos óvulos son expulsados y se degradan en un periodo de tres a cuatro días.

Una hembra de 3.5 cm de longitud, tiene un promedio de 45 huevos entre sus pleópodos, mientras que una hembra de 6.6 cm de longitud, tiende a tener un promedio de 90 huevos.

Los huevos tienen forma circular con un diámetro de 2 mm, inicialmente de color naranja, luego de transcurriendo el tiempo de incubación se tornan a una coloración blanquecina.



Figura 38. Huevo de *P. pilosimanus*

Fuente: trabajo de campo 2014



Figura 39. Huevos de *P. pilosimanus*

Fuente: trabajo de campo 2014



Figura 40. Tamaño de huevo sin eclosionar de *P. pilosimanus*

Fuente: trabajo de campo 2014

11 ACTIVIDADES DE GESTIÓN, VINCULACIÓN Y DIVULGACIÓN

Durante la ejecución del proyecto se llevaron a cabo varias actividades de divulgación, donde se dio a conocer el proyecto, y los avances del mismo. Estas actividades se llevaron a cabo con personas de comunidades de Alta Verapaz, durante las visitas de campo.

Además, se realizó la presentación de resultados parciales del proyecto, durante la presentación de avances realizada en el mes de septiembre de 2014, ante autoridades de DIGI e investigadores.

Por otro lado, los integrantes del equipo de investigación, participaron en el curso “Como preparar artículos científicos para una revista indexada”, Realizado del 05 al 07 de noviembre. Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Dirección General de Investigación –DIGI- y Universidad de Cienfuegos, Cuba. Donde se realizó el primer borrador del artículo científico del proyecto, el cual fue revisado por los especialistas internacionales invitados, y fue presentado ante los asistentes al curso.

12 CONCLUSIONES

- ✓ La especie endémica *P. pilosimanus* se encuentra distribuida significativamente en tributarios del Río Cahabón.
- ✓ *P. pilosimanus* presenta características biológicas que hacen posible su adaptación bajo condiciones de laboratorio.
- ✓ La especie *P. pilosimanus* tiene potencial para el acuarismo y consumo humano, en especial como alternativa de seguridad alimentaria en comunidades rurales de Guatemala.
- ✓ Se cuenta con descripción del hábitat de la especie *P. pilosimanus*.
- ✓ Se han determinado los aspectos biológicos y morfométricos de la especie en su hábitat natural, generando nuevos conocimientos de la especie.
- ✓ Se evaluaron los índices biológicos de la adaptación y reproducción de *P. pilosimanus* bajo condiciones de laboratorio.

13 RECOMENDACIONES

- Hacer un estudio con *P. pilosimanus* donde se aplique un diseño experimental con diferentes densidades y evaluar crecimiento en estanques de cultivo.
- Determinar los índices zootécnicos de cultivo de camarón *P. pilosimanus*.
- Desarrollar un protocolo del proceso de reproducción del camarón *P. pilosimanus*, en diferentes épocas del año.
- Realizar un proyecto de cooperación, para la conservación de la especie, a través de educación ambiental y biológica de la especie.

14 BIBLIOGRAFIA

1. Álvarez, F. López-Mejía, M. & Pedraza Lara, C. 2010. *Procambarus pilosimanus*. UICN 2013. Lista Roja de Especies Amenazadas. Versión 2013.1. Disponible en: www.iucnredlist.org
2. Crandall, K. et al. 2001. *Procambarus (Austrocambarus) pilosimanus* Ortmann 1906. Versión 01 enero de 2001 (en construcción). Disponible en: http://tolweb.org/Procambarus_%28Austrocambarus%29_pilosimanus/7386/2001.01.01 y [http://tolweb.org/Procambarus \(Austrocambarus\) pilosimanus](http://tolweb.org/Procambarus_(Austrocambarus)_pilosimanus)
3. Fundación MAPFRE. 2007. Guía de uso industrial y comunitario de energías renovables. España. 49p.
4. Gabino, et. al. Bioecología y estrategias para la producción de acociles nativos de México. Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. y Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, B.C. Disponible en: http://www.fcb.uanl.mx/esp/col_carcino/pdf/16.pdf
5. García, J, et al. 2006. Renovables 100%. Un sistema eléctrico renovable para la España peninsular viabilidad económica. Disponible en <http://www.wikipedia.org>
6. Horton, H.; Hobbs Jr . 1984. One the distribution of the Crayfish genus *Procambarus* (Decapoda: Cambaridae). Journal of Crustacean Biology. Vol 4. No. 1. 12-24 pp. Disponible en: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/1547892?uid=3738144&uid=2&uid=4&sid=21102168141463>
7. Hobbs, Jr. Horton H. 1989. Una lista ilustrada de los cangrejos americanos (Decapoda: Astacidae, Cambaridae y Parastacidae). Smithsonian. Contribuciones a la Zoología, No. 480 iii+236. Smithsonian Institution Pres.

Washington, DC. EE. UU. Disponible en:
http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=650339

8. Jiménez, R. et. al., 2011. Aplicación de la energía solar a la acuicultura continental en áreas frías y aisladas. Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, España. Departamento de Biología Celular, Universidad de Cádiz, España. Centro de Estudios Marinos y Acuicultura, Universidad de San Carlos, Guatemala. Desarrollo Agrario y Pesquero, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Cádiz, España. Departamento de I+D+i, Grupo IGFOTON, Cádiz, España. 7 pp.
9. Mapa de distribución de la especie *Procambarus pilosimanus*, disponible en:
<http://www.arcgis.com/home/item.html?id=c44293b32ed246fda3eb5fe3708665d9>
10. Mapa de distribución de la especie *Procambarus pilosimanus*, disponible en:
<http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Procambarus+pilosimanus>
11. misPeces.com. El portal de la acuicultura. 2012. UCA y USAC colaboran en un proyecto de cooperación para el cultivo de tilapia en Guatemala. (en línea). Disponible en: <http://www.mispecies.com/noticias/2012/may/120529-uca-usac-cooperacion-guatemala.asp>
12. Proceedings of the Whashington Adacemy of Sciences. Vol. VIII, pp. 1-24. Mayo 1096-Marzo 1907. Disponible en:
<http://www.biodiversitylibrary.org/pdf3/007065900035749.pdf>
13. http://www.deguate.com.gt/artman/publish/geo_municipios/san-cristobal-verapaz-alta-verapaz.shtml

15 ANEXOS



Anexo 01. Equipo de investigación en presentación inicial DIGI.



Anexo 02. Presentación de proyecto ante DIGI.



Anexo 03. Jornada de divulgación al inicio del proyecto.



Anexo 04. *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 05. Colecta de organismos de *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 06. Organismos colectado de *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 07. *Procambarus pilosimanus*



Anexo 08. Colecta de organismos de *P. pilosimanus*



Anexo 09. Actividades de divulgación del proyecto.



Anexo

S



Anexo 11. Colecta de organismos de *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 12. Organismos colectado de *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 13. Sexado de organismos de *Procambarus pilosimanus*



Anexo 14. Toma de datos morfométricos del *Procambarus pilosimanus*



Anexo 15. Análisis de calidad del agua.



Anexo 16. Organismos de *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 17. Peso de organismos de *Procambarus pilosimanus*



Anexo 18. Hembra ovada de *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 19. Toma de datos morfométricos del *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 20. Datos de peso de *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 21. Organismo colectado de *Procambarus pilosimanus* colocado en pecera.



Anexo 22. Colecta de organismos de *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 23. Organismos colectado de *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 24. Organismos colectado de *Procambarus pilosimanus*.



Anexo 25. Colecta de organismos de *Procambarus pilosimanus*



Anexo 26. Toma de muestras de Agua.



Anexo 27. *P. pilosimanus* coloración azulada.



Anexo 28. Hembra de *P. pilosimanus*.



Anexo 29. Hembra de *P. pilosimanus*.



Anexos 30. Observación de comportamiento diurno de organismos de *P. pilosimanus*.



Anexos 31. Limpieza y recambio de agua de recinto ubicado en Mixco.



Anexos 32 y 33. Comparación entre macho y hembra, se puede observar que la hembra posee coloración grisácea con manchas negras, mientras que macho tiene coloración café.



Anexos 34. Muestreo quincenal realizado en recinto ubicado en Mixco.



Anexos 35. Materiales a utilizar en muestreos quincenales.



Anexos 36. Refugios de PVC colocados en recinto ubicado en Mixco.



Anexos 37 y 38. Momento de cortejo y copulación de *P. pilosimanus* tomado en sede de Antigua Guatemala.



Anexos 39. Presentación de avances del proyecto ante autoridades de DIGI e investigadores.



Anexos 40. Equipo de investigación junto con Inga. Liuba Cabrera, coordinadora del programa PUIDI.

16 LISTADO DE TODOS LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Contratados por contraparte y colaboradores	
M.Sc. Adrian Mauricio Castro López	Coordinador
T.A. Juan Carlos Tejeda Mazariegos	Auxiliar de Investigación I

CONTRATADOS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago	
			SI	NO
Lic. Eduardo Emanuelle Chacón Osorio	Investigador	20130258	X	
Br. Alva Judith Montiel Montenegro	Auxiliar de Investigación I	20080977	X	

Nombre	Firma
Lic. Eduardo Emanuelle Chacón Osorio	
Br. Alva Judith Montiel Montenegro	

M.Sc. Adrian Mauricio Castro López
Coordinador proyecto de investigación

Inga. Liuba María Cabrera Ovando de Villagrán
Coordinador Programa Universitario de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas