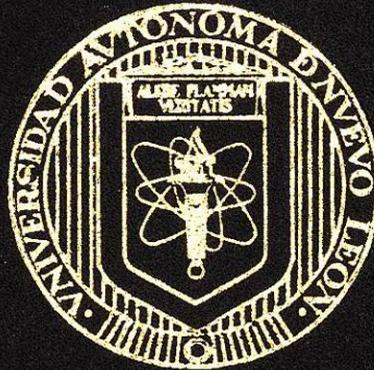


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



CARACTERIZACION BIOLÓGICA-ECOLÓGICA DEL HABITAT  
DE *Procambarus (Glirardiella) regiomontanus*  
(CRUSTACEA: CAMBARIDAE) EN EL PARQUE NACIONAL  
"EL SABINAL", CERRALVO, N. L., MEXICO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TITULO DE BIÓLOGO

PRESENTA:

LORENA LIZZETH CASTILLEJA RUIZ

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. DICIEMBRE 2005

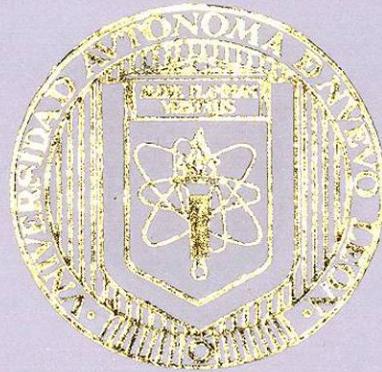




1080170735

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA-ECOLÓGICA DEL HABITAT

DE *Procambarus (Girardiella) regiomontanus*

(CRUSTACEA: CAMBARIDAE) EN EL PARQUE NACIONAL

"EL SABINAL", CERRALVO, N. L., MEXICO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE BIÓLOGO

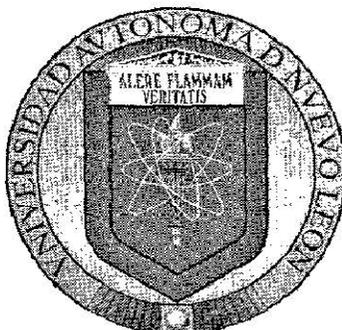
PRESENTA:

LORENA LIZZETH CASTILLEJA RUIZ

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. DICIEMBRE 2005

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA-ECOLÓGICA DEL HABITAT**

***DE Procambarus (Girardiella) regiomontanus***

**(CRUSTACEA: CAMBARIDAE) EN EL PARQUE NACIONAL**

**“ EL SABINAL”, CERRALVO, N.L., MEXICO**

**TESIS**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE**

**BIOLOGO**

**PRESENTA:**

**LORENA LIZZETH CASTILLEJA RUIZ**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L., DICIEMBRE 2005**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA DE INVERTEBRADOS

CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA-ECOLÓGICA DEL HABITAT DE  
*Procambarus (Girardiella) regionontanus* (CRUSTACEA: CAMBARIDAE) EN EL  
PARQUE NACIONAL " EL SABINAL", CERRALVO, N.L., MÉXICO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE  
BIOLOGO

PRESENTA:

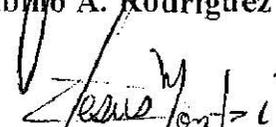
LORENA LIZZETH CASTILLEJA RUIZ

Vo. Bo.  
COMISION DE TESIS



Director

Dr. Gabino A. Rodríguez Almaraz



Secretario

Dr. Jesús Montemayor Leal



Vocal

Dr. Carlos Solís Rojas



Suplente

Dr. Humberto Quiroz Martínez

## **DEDICATORIA**

***A mis padres***

***Por apoyarme y darme su confianza siempre en mi carrera y en mi vida,  
Gracias.***

***A mis abuelos***

***Que siempre los tengo presentes en mi memoria y en mi corazón.***

***A mis hermanos***

***Que todavía tienen paciencia para aguantarme.***

***A Armando***

***Por estar siempre conmigo, darme su confianza y amor.***

***A Dios***

***Por darme la vida, fuerza y voluntad para seguir adelante.***

***Esta tesis fue apoyada económicamente por:***

***SEMARNAT-2002-CO1-0583 "Biosistemática y estado actual de la distribución ecológica-geográfica de los crustáceos decápodos de agua dulce del noreste de México y norte de Veracruz"***

## **AGRADECIMIENTOS**

***Al Parque Nacional "El Sabinal", por el apoyo y las facilidades otorgadas en el uso de sus instalaciones para la realización de esta investigación.***

***Al Dr. Gabino A. Rodríguez Almaraz por darme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo, apoyo y ayuda incondicional en la elaboración de esta tesis.***

***Al Dr. Jesús Montemayor Leal por su colaboración en comentarios en la realización y revisión de mi tesis.***

***Al Dr. Carlos Solís Rojas por sus comentarios y sugerencias en la revisión de esta tesis.***

***Al Dr. Humberto Quiroz Martínez, por ser parte de mi comisión de tesis***

***Al M.C. Ernesto Campos González por su ayuda en colectas, comentarios y por su amistad.***

***A mis compañeros del Laboratorio de Carcinología, en especial al M.C. Rodolfo Muñiz y Biol. Juan Manuel González por su ayuda en colectas, comentarios, paciencia y por brindarme su valiosa amistad.***

***A todos mis maestros que durante mis estudios me brindaron su conocimiento y experiencias para enriquecer mi formación académica.***

***Y a todas aquellas personas con las cuales conviví durante y después de la carrera y de las que aprendí mucho o poco, Gracias.***

# INDICE

<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>v</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>viii</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II.- JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>III.- OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>IV.- OBJETIVOS PARTICULARES .....</b>	<b>2</b>
<b>V.- HIPÓTESIS .....</b>	<b>2</b>
<b>VI.- ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
1.- DISTRIBUCION Y TAXONOMIA DE <i>Procambarus regiomontanus</i> ...	3
2.- ECOLOGÍA .....	5
2.1.- Habitat .....	5
2.2.- Madrigueras.....	5
2.3.- Hábitos alimenticios.....	6
2.4.- Cambios o modificación del hábitat por la presencia de acociles .....	7
2.5.- Calidad de agua en ambientes naturales y de cultivo de acociles .....	8
2.6.- Importancia de los acociles .....	9
3.- BIOLOGÍA REPRODUCTIVA .....	11
3.1.- Dimorfismo sexual .....	11
3.2.- Maduración sexual.....	11
3.3.- Cortejo y copula.....	12
3.4.- Desove e Incubación.....	13
3.5.- Fecundidad.....	13
3.6.- Crecimiento y desarrollo postembrionario.....	14
3.7.- Crecimiento alométrico en crustáceos.....	15
3.8.- Modelo de crecimiento individual utilizando la función de crecimiento de von Bertalanffy .....	18
4.- CONSERVACIÓN Y AMENAZAS DE ACOCILES .....	20
4.1.- Categorías de conservación de especies .....	20
4.2.- Amenazas y especies en peligro.....	20
4.3.- Introducción de especies .....	23

4.4.- Acciones legales y políticas para la conservación.....	24
<b>VII.- MATERIAL Y METODOS.....</b>	<b>28</b>
1.- MATERIAL BIOLÓGICO.....	28
2.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	28
2.1.- Localización.....	28
2.2.- Fisiografía.....	29
2.3.- Climatología.....	29
2.4.- Hidrología .....	29
2.5.- Parque Nacional "El Sabinal" .....	29
3.- ESTUDIO DE CAMPO Y LABORATORIO.....	30
3.1.- Parámetros fisicoquímicos y ecológicos.....	30
3.2.- Métodos de recolección, preparación e identificación de flora y fauna acuática.....	32
3.3.- Método de recolecta de acociles.....	33
3.4.- Proporción sexual .....	33
3.5.- Biometría.....	33
3.6.- Crecimiento Alométrico .....	33
3.7.- Crecimiento de juveniles utilizando la función de crecimiento de von Bertalanffy.....	35
<b>VIII.- RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
1.- PARÁMETROS FISICOQUIMICOS Y ECOLOGICOS.....	36
1.1.- Tipo de substrato.....	36
1.2.- Temperaturas, oxígeno, y pH.....	37
1.3.- Morfometría de arroyos y presencia o ausencia de vegetación acuática.....	38
2.- FAUNA Y FLORA PRESENTE.....	39
2.1.- Moluscos.....	39
2.2.- Insectos.....	40
2.3.- Peces.....	41
2.4.- Anfibios y Reptiles.....	41
2.5.- Otros vertebrados.....	41
2.6.- Flora Asociada.....	42
3.- PROPORCIÓN SEXUAL.....	42
4.- BIOMETRÍA DE ACOCILES.....	43

4.1.- Comparación de la Longitud Total (LT) de acociles por muestreo sin importar el sexo.....	43
4.1.2.- Comparación del Peso Total (PT) de acociles por muestreo sin importar el sexo.....	44
4.1.3.- Comparación de la Longitud de Cefalotórax (LC) de acociles por muestreo sin importar el sexo.....	45
4.1.4.- Comparación de la Longitud de Quela (LQ) de acociles por muestreo sin importar el sexo.....	45
4.1.5.- Comparación de Anchura Abdominal (AAB) de acociles por muestreo sin importar el sexo.....	46
4.2.- Biometría de parámetros morfológicos por sexo.....	47
4.2.1.- Comparación de la Longitud total (LT) entre los sexos.....	47
4.2.2.- Comparación del Peso Total (PT) entre los sexos.....	48
4.2.3.- Comparación de la Longitud de Cefalotorax (LC) entre los sexos....	48
4.2.4.- Comparación de Longitud de Quela (LQ) entre los sexos.....	49
4.2.5.- Comparación de la Anchura Abdominal (AAB) entre sexos.....	50
4.3.- Análisis de regresión de las variables morfométricas.....	51
4.3.1.- Análisis de regresión de PT vs LC.....	51
4.3.2.- Análisis de regresión de LC vs LT.....	53
4.3.3.- Análisis de regresión de LQ vs LC.....	55
4.3.4.- Análisis de regresión de AAB vs LC.....	57
5.- Distribución de Frecuencias.....	59
5.1.- Distribución de frecuencias de talla (LT) por muestreo.....	59
6.- Determinación de las clases de edad utilizando la distribución de frecuencia de (LT).....	61
7.- Determinación del Crecimiento de los juveniles por el método de von Bertalanffy (1938).....	62
<b>IX.- DISCUSIONES.....</b>	<b>65</b>
1.- Distribución.....	65
2.- Parámetros fisicoquímicos y ecológicos.....	65
2.1.- Hábitat y Tipo de substrato.....	65
2.2.- Temperaturas, oxígeno y pH.....	66
2.3.- Morfometría de arroyos y presencia o ausencia de vegetación acuática.....	68

3.- Fauna y Flora Asociada.....	69
4.- Proporción sexual.....	71
5.- Biometría.....	72
6.- Crecimiento.....	73
<b>X.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>XI.- PROPUESTA.....</b>	<b>77</b>
<b>XII.- LITERATURA CITADA.....</b>	<b>86</b>

## INDICE DE TABLAS

1.- Estudios sobre crecimiento alométrico en crustáceos decápodos.....	17
2.- Estudios sobre el crecimiento individual en crustáceos decápodos utilizando el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938).....	19
3.- Características fisicoquímicas de los sedimentos en áreas sin vegetación.....	36
4.- Registros de temperaturas, oxígeno y pH por muestreo.....	37
5.- Promedios de anchura y profundidad, tipo de sustrato, y ausencia y/o presencia de vegetación.....	39
6.- Géneros de moluscos encontrados.....	40
7.- Ordenes, familias y géneros de insectos recolectados.....	40
8.- Peces recolectados en el Parque "El Sabinal".....	41
9.- Especies de anfibios y reptiles recolectados.....	41
10.- Numero total de ejemplares recolectados por sexo y estado de desarrollo.....	43
11.- Valores promedio, mínimos y máximos de LT en <i>P. regiomontanus</i> por muestreo.....	44
12.- Valores promedio, mínimos y máximos de PT en <i>P. regiomontanus</i> por muestreo.....	44
13.- Valores promedio, mínimos y máximos de LC en <i>P. regiomontanus</i> por muestreo.....	45
14.- Valores promedio, mínimos y máximos de LQ en <i>P. regiomontanus</i> por muestreo.....	46
15.-Valores promedio, mínimos y máximos de AAB en <i>P. regiomontanus</i> por muestreo.....	46
16.- Valores promedio, mínimos y máximos de la Longitud Total (LT) por sexo.....	47
17.- Valores promedio, mínimos y máximos del Peso por Sexo.....	48
18.- Valores promedio, mínimos y máximos de LC en <i>P. regiomontanus</i> por sexo.....	49
19.- Valores promedio, mínimos y máximos de LQ en <i>P. regiomontanus</i> por sexo.....	50
20.- Valores promedio, mínimos y máximos de AAB en <i>P. regiomontanus</i> por sexo.....	51
21.- Parámetros de la regresión potencial de PT respecto a LC.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

1.- Ubicación de Cerralvo, N. L.....	28
2.- Estación muestreada.....	31
3.- Valores promedio de cada parámetro (temperatura, oxígeno y pH) por muestreo.....	38
4.- Huellas encontradas de algunos mamíferos dentro del parque "El Sabinal".....	42
5.- Promedios, máximos y mínimos de LT en cada sexo y estado de desarrollo.....	47
6.- Promedios, máximos y mínimos de PT en cada sexo y estado de desarrollo.....	48
7.- Promedios, máximos y mínimos de LC en cada sexo y estado de desarrollo.....	49
8.- Promedios, máximos y mínimos de LQ en cada sexo y estado de desarrollo.....	50
9.- Promedios, máximos y mínimos de AAB en cada sexo y estado de desarrollo.....	51
10.- Crecimiento alométrico por sexo de PT-LC.....	53
11.- Crecimiento alométrico por sexo de LT-LC.....	55
12.- Crecimiento alométrico por sexo de LQ-LC.....	57
13.- Crecimiento alométrico por sexo de AAB-LC.....	59
14.- Distribución de frecuencias por clase de talla.....	60
15.- Determinación de clases de edad en talla (LT) utilizando el método de Battacharya, para juveniles hembras y juveniles machos de <i>P. regiomontanus</i> .....	62
16.- Crecimiento individual de juveniles machos, utilizando el modelo de von Bertalanffy.....	64
17.- Crecimiento individual de juveniles hembras, utilizando el modelo de von Bertalanffy.....	64

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio dentro del Parque Nacional "El Sabinal" en Cerralvo N. L. para caracterizar el área donde habita de *Procambarus regiomontanus*, especie endémica del estado de Nuevo León que es localizada en la parte noreste de Nuevo León y esporádicamente se han recolectado especímenes en ríos de los municipios de Guadalupe y Monterrey. Esta especie debe ser considerada en peligro de extinción considerando las amenazas de origen antropogénico, alteración y destrucción del hábitat, contaminación, crecimiento urbano cercano a su hábitat y la introducción de especies exóticas. Se monitorearon parámetros fisicoquímicos y ecológicos que indican que *P. regiomontanus* habita en substratos de arcillolimo-migajon arenoso, cerca de las orillas y entre la vegetación, también en zonas de poca corriente y rápidos, con temperaturas del agua que van de 23 a 26°C, así como valores de oxígeno y pH óptimos para su crecimiento y reproducción. La fauna presente fue diversa de organismos invertebrados a macroinvertebrados de los cuales todos los organismos observados y recolectados, son depredadores de estos camarinos. Entre la vegetación predominó el Bosque de galería relictado dominado por sabino (*Taxodium mucronatum*) que sirve de protección y refugio a *P. regiomontanus*. A lo largo del muestreo realizado, los machos fueron los que predominaron, en el cuál el crecimiento alométrico presentó diferencias de acuerdo al sexo.

## I.- INTRODUCCIÓN

En Nuevo León se localizan tres especies de acociles, como *Cambarellus alvarezi* (Villalobos, 1952), conocida solamente en el Ejido El Potosí, Galeana, y que recientemente fue declarada extinta por Contreras-Balderas *et al* (1996). Otra especie es *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) que es considerado nativo y ampliamente distribuido en la Cuenca del Río Salado al norte del estado de Nuevo León, pero es exótico de la cuenca del Río San Juan, al centro del estado (Campos & Rodríguez-Almaraz, 1992). Y por último *Procambarus regiomontanus*, especie de interés en este estudio, fue descubierta y descrita por Villalobos-Figueroa en 1955 en un manantial de Monterrey, sin embargo, la localidad tipo desapareció, así como de otras áreas previamente reportadas por Campos-González, (1982) y solamente se registra en el Parque Nacional “El Sabinal”, Cerralvo y esporádicamente se han recolectado especímenes en ríos de los municipios de Guadalupe y Monterrey (Rodríguez-Almaraz & Campos, 1994, Rodríguez-Almaraz, 2001). Por lo tanto es una especie amenazada por la alteración y modificación de su hábitat, así como la introducción pasiva o activa del acocil rojo *Procambarus clarkii* en la cuenca del Río San Juan (Campos & Rodríguez Almaraz, 1992; Rodríguez-Almaraz & Campos, 1994).

El Parque Nacional “El Sabinal” junto con el Parque Nacional Cumbres, son los únicos parques nacionales federales del estado de Nuevo León. Este parque es considerado el más pequeño de México, cuenta con una superficie de 7.23 hectáreas (SEMARNAP, 1996). Esta área esta destinada principalmente a la protección del sabino *Taxodium mucronatum*, sin embargo, esta acción ha favorecido la sobrevivencia del acocil endémico *Procambarus regiomontanus* (Rodríguez-Almaraz, datos no publicados).

En este estudio presentamos datos bioecológicos del acocil *P. regiomontanus* habitante de arroyos someros del parque “El Sabinal”. La productividad de estos cuerpos de agua se basa en la materia vegetal de origen autóctono y alóctono, que contribuyen en el crecimiento y reproducción del acocil y favorecen al establecimiento de otro tipo de fauna como insectos acuáticos, moluscos, anfibios, peces, mamíferos y aves.

## **II.- JUSTIFICACIÓN**

*Procambarus regiomontanus* es una especie nativa del Estado de Nuevo León y se considera como una especie amenazada, debido a la alteración y modificación de sus poblaciones. Por lo tanto, es necesario realizar este estudio bioecológico para conocer el estado actual de sus poblaciones y que esta información sirva como marco de referencia para el manejo y conservación de la especie.

## **III.- OBJETIVOS**

1. Caracterizar el hábitat de *Procambarus regiomontanus*.
2. Evaluar la composición poblacional y parámetros demográficos.
3. Aportar información bioecológica para la conservación de la especie.

## **IV. - OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Monitoreo de parámetros fisicoquímicos
2. Conocer cualitativamente la vegetación riparia y acuática, así como la macrofauna que habita en el área.
3. Analizar la composición poblacional de *P. regiomontanus*.
4. Determinar la biometría y estructura de las clases de edad.

## **V. - HIPOTESIS**

El hábitat de *P. regiomontanus* dentro del parque nacional "El Sábinal" podría ser considerado como un ambiente no perturbado, por lo tanto, este hábitat presenta condiciones ecológicas necesarias para establecer las medidas de manejo y conservación de esta especie.

## VI.- ANTECEDENTES

### 1.- Distribución y Taxonomía de acociles

Los acociles se constituyen de 29 géneros en mas de 500 especies incluidas en tres familias: Astacidae, Parastacidae y Cambaridae (Taylor *et al.*, 1996; Taylor, 2002). La familia Cambaridae con 12 géneros, es el más diverso del mundo y el 99 % de sus miembros ocurren en Norteamérica (Taylor, 2002). La mayor parte de estos exhiben una distribución circumtemplada y son habitantes naturales de ecosistemas dulceacuícolas en todos los continentes excepto en África y la Antártica (Hobbs, 1988; Taylor *et al.*, 1996). Las especies tropicales ocurren en el norte de Australia, Nueva Guinea, este de México, Madagascar y Cuba (Taylor, 2002). El 77 % de las especies ocurren en Norteamérica, 20% en Australia, 1.5% en América del Sur y 1.5% en Europa (Taylor, 2002).

Los cambarinos americanos ocupan toda la parte sureste de Estados Unidos de América, desde las montañas rocallosas hasta la vertiente Atlántica, siguiendo por todo el territorio mexicano y la parte de América Central y Cuba (Hobbs, 1984). Los acociles americanos comprenden los géneros: *Procambarus*, *Cambarus*, *Paracambarus*, *Cambarellus*, *Orconectes* y *Troglocambarus*, y al menos tres géneros han sido registrados en México como *Cambarellus*, *Procambarus* y *Paracambarus* (Villalobos, 1955; Hobbs, 1984). Sin embargo, el genero *Orconectes* ha sido registrado como especie exótica para el estado de Chihuahua (Campos & Contreras, 1985).

En este continente se han descrito 439 especies de acociles (Hobbs Jr., 1989; Crandall, 1999; Fetzner, 2005). La mayor parte de esta biodiversidad corresponde al género *Procambarus*, incluso es el mas diverso del mundo, con 16 subgéneros y 173 especies, que se distribuyen principalmente en el sureste de los Estados Unidos, incluyendo los estados de Texas, Louisiana, Missouri, Illinois, Nuevo México y Oklahoma, además de la vertiente del Golfo de México y Cuba. (Hobbs Jr., 1984; Fetzner, 2005).

En México habitan 53 especies de acociles (Hobbs Jr., 1989; Villalobos-Hiriart *et al.*, 1993; Alvarez *et al.*, 1996; Rojas *et al.*, 1999; López-Mejía *et al.*, 2005). Las especies mexicanas son consideradas de afinidad neártica (Villalobos-Hiriart *et al.*, 1993) y se localizan principalmente en la vertiente del Golfo de México, pero algunas especies son habitantes de ambientes dulceacuícolas del occidente de México. La mayor parte de esta

biodiversidad corresponde al género *Procambarus* con 43 especies (Hobbs Jr., 1989; Rojas et al., 1999; López-Mejía et al., 2005).

En el caso particular del subgénero *Girardiella* aporta 14 especies, que ocupan un rango de distribución discontinuo, que se extiende principalmente en la parte oeste del Río Mississippi. El primer grupo de este subgénero compuesto de 8 especies y subespecies, incluyendo el miembro más primitivo del grupo, se distribuyen desde la Provincia de Nuevo León, México hacia el norte de Iowa, Illinois y el sur de Wisconsin. En el este del Río Mississippi, los miembros incluyen 6 especies y subespecies (Hobbs Jr., 1984). De estas 14 especies solo *Procambarus (Girardiella) regiomontanus* se encuentra en México (Nuevo León) (Hobbs Jr., 1988).

De acuerdo a Villalobos (1955) una población de acociles a 5 km al norte de Monterrey, correspondía a una subespecie de *Procambarus simulans* como *Procambarus simulans regiomontanus*. Actualmente está ausente, debido a la modificación del hábitat (Rodríguez-Almaraz y Campos, 1994). Campos-González (1982) en observaciones realizadas menciona que era ampliamente distribuido por el centro del estado de Nuevo León y parte de Tamaulipas. Sin embargo, hasta 1985 era dominante en la cuenca del río San Juan ya que esta especie tuvo una disminución considerable y solo aparece en dos localidades aisladas; el Parque Canoas en Monterrey y el parque nacional "El Sabinal" en Cerralvo, N.L y una causa de esto probablemente es la introducción de la especie exótica *Procambarus clarkii* (Rodríguez-Almaraz y Campos, 1994).

Respecto a la taxonomía de *Procambarus (G) regiomontanus*, esta ha sido modificada. Fue descrita originalmente como *Procambarus (G) simulans regiomontanus* por Villalobos (1954) ya que esta especie tenía relación con *Procambarus simulans simulans* de Kansas y Texas. Posteriormente, Hobbs Jr y Robinson (1988), elevaron a un rango específico como *Procambarus (G) regiomontanus*, ante la ausencia de una integradación entre ambas poblaciones. Por otra parte, Rodríguez-Almaraz y Campos (1994), reconocen la ocurrencia de especímenes en Nuevo León y Tamaulipas, que representan un nuevo taxón no descrito, considerando una diferenciación morfológica de los pleópodos de los machos con respecto a *P. simulans* y *P. regiomontanus*.

Otra especie localizada en el estado de Nuevo León *Procambarus clarkii* se distribuye en todos los estados del norte, pero en algunas regiones de Nuevo León,

Chihuahua y Coahuila, es considerado residente natural y se ha introducido en el Centro-Este de Tamaulipas, Sonora, Centro de Nuevo León, Baja California y en la cuenca del río Colorado dentro de la vertiente del Pacífico (Hobbs Jr., 1976; Hobbs Jr., 1984; Hobbs Jr 1989; Campos y Rodríguez Almaraz, 1992; Rodríguez-Almaraz y Campos, 1994). La introducción del acocil rojo *P. clarkii* ha originado un impacto ecológico de magnitud, particularmente en el centro del estado de Nuevo León, ya que ha venido desplazando a la especie nativa *Procambarus regimontanus*, por lo que sus poblaciones se han visto mermadas, hasta el grado en que actualmente la especie nativa esta considerada como una especie en peligro de extinción (Rodríguez-Almaraz y Campos, 1994; Rodríguez-Almaraz, 2001).

## **2.- ECOLOGÍA**

### **2.1.- Hábitat**

Los acociles son un importante componente en las comunidades bentónicas y ocupan ambientes acuáticos, como arroyos, ríos, estanques, acequias, presas, lagos e incluyendo ambientes temporales y cuerpos de agua de cavernas (Huner & Barr, 1984; Huner, 1990).

La mayoría de los acociles son de hábitos nocturnos, y en ese período es cuando deambulan para su reproducción y búsqueda de alimento, mientras que durante el día se ocultan en sus madrigueras o cualquier refugio disponible (Villalobos-Figueroa, 1955; Huner & Barr, 1984). Algunas especies de acociles, como *P. clarkii*, están adaptadas para vivir en áreas que son alternadamente inundadas y secas, esto permite el crecimiento de vegetación que sirve de alimento y refugio (Huner & Barr, 1984). Además, se pueden localizar entre detritos, piedras, raíces de árboles riparios y madrigueras (Rodríguez-Almaraz & Campos, 1994; Hobbs Jr, 1989; Villalobos-Figueroa, 1955).

### **2.2.- Madrigueras**

Los miembros del subgénero *Girardiella* son enmadrigadores y ningún miembro de este subgénero están confinados a aguas abiertas de hábitat lóticos y lénticos (Hobbs, 1984).

Las madrigueras que construyen los acociles son estructuras simples y complejas (Hobbs, 1942), las cuales sirven como refugio y protección contra depredadores y proveen el ambiente necesario para sobrevivir en épocas de sequía. También es el sitio donde las hembras ovipositan sus huevos, por lo tanto, las madrigueras se clasifican según su uso y su función, los camaridos son clasificados como enmadrigadores primarios, secundarios y terciarios (Huner & Barr, 1984).

**Los enmadrigadores primarios.-** Construyen madrigueras muy complejas (Huner & Barr, 1984) y están restringidos a este hábitat (Hobbs Jr., 1942), en donde pasan toda su vida dentro de ella y ocasionalmente salen a la superficie para copular, alimentarse o buscar nuevos territorios.

**Los enmadrigadores secundarios.-** Ocupan generalmente madrigueras que son simples y verticales, pero frecuentemente salen a aguas abiertas cuando las entradas de las madrigueras están inundadas (Huner & Barr, 1984).

**Los enmadrigadores terciarios.-** Viven exclusivamente en las madrigueras en épocas de sequía o en invierno, ocasionalmente, pero no necesariamente, las ocupan en épocas de reproducción (Huner & Barr, 1984; Hobbs Jr., 1989) Existe un grado de complejidad en la estructura de este tipo de madriguera, dependiendo si el hábitat es temporal o permanente (Huner, 1990).

De acuerdo con Campos-González (1982), el acocil camarino *P. (G.) regiomontanus* se considera un enmadrigador secundario, esto es de acuerdo a las observaciones realizadas durante su estudio en ríos y arroyos de Nuevo León, los especímenes ocuparon madrigueras simples.

### **2.3.- Hábitos alimenticios**

Los acociles son considerados politróficos ya que su dieta consiste de detritos de plantas, seguida de plantas y animales vivos. El detrito es colonizado por organismos unicelulares descomponedores y epifíticos, los cuales tienen un alto valor nutricional. Aunque los animales representan la menor contribución a la dieta, estos proveen de compuestos orgánicos esenciales como proteínas y colesterol (Huner & Barr, 1984; Momot, 1995).

Sin embargo, estudios previos indican que la materia animal es más importante en la dieta de los acociles juveniles que en los adultos, como cladóceros, ostracodos, ninfas de insectos. Así mismo, menciona que diferentes especies de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos son depredadores de acociles (Hobbs III *et al.*, 1989; Huner, 1990).

Por lo tanto, los resultados de diversos estudios efectuados por ecólogos y acuacultores, arrojan que los acociles son principalmente detritívoros-herbívoros, debido a la presencia de material vegetal y los productos de su descomposición en sus estómagos, rechazando prácticamente la ingestión de material fácilmente digerible como los metazoarios de cuerpo suave. En contraste con esta premisa, Momot (1995), realizó estudios comparativos, donde analizó el papel de los acociles en los ecosistemas acuáticos y los resultados demostraron que los acociles no son omnívoros indiscriminantes, sino que presentan una predilección por la proteína animal, y que durante la búsqueda de alimento, ellos ingieren grandes cantidades de material herbáceo y detritos, ya que entre este material son localizadas las presas, de hecho, este grupo de animales se encuentra entre los principales carnívoros de ríos y lagos, pero la fuente de proteína animal puede estar limitada por diversos factores, por lo que los acociles tienen la capacidad de ingerir material herbáceo o detritos, convirtiéndose en herbívoros facultativos si la materia animal es ausente o carente.

#### **2.4.- Cambios o modificación del hábitat por la presencia de acociles.**

Varios estudios señalan que la materia vegetal favorece la producción de acociles en áreas naturales y de cultivo. El uso de pastos y otras plantas terrestres, incluyendo arroz y mijo, son cultivados para que crezcan dentro de estanques para la formación de detritos (Huner & Barr, 1984; Huner 1990).

Los acociles ingieren gran cantidad de macrofitas, por la importancia nutricional de estas, cuando hay una densidad grande de acociles, están tienden a reducirse o a ser eliminadas de los cuerpos de agua, durante la actividad forrajera o búsqueda de presas por parte de acociles. En áreas naturales el material vegetal alóctono y las macrofitas contribuyen en la producción y refugio de estos (Momot, 1995).

Tanto la disminución de la vegetación natural que sirve de alimento, como la pobre calidad del agua, son dos de los principales problemas en el cultivo de acociles (Miltner &

Avault Jr, 1981). Los acociles juegan un papel importante en la estructura de las macrofitas y de las comunidades de invertebrados, por ejemplo, Lodge *et al* (1994), mencionan que el acocil *Orconectes rusticus* ejerce un efecto significativo en la reducción de macrofitas, lo cual trae como consecuencia repercusión en el microhábitat, ya que estas plantas sirven como substrato para el crecimiento de perifiton y refugio de muchos invertebrados.

## 2.5.- Calidad de agua en ambientes naturales y de cultivo de acociles

Las características fisicoquímicas que estructuran un ecosistema fluvial representan la plataforma o hábitat donde se desarrollan las comunidades biológicas y sus recursos (González *et al.*, 1998).

La alcalinidad, dureza, oxígeno, pH, salinidad y temperatura se encuentran entre los parámetros fisicoquímicos que deben ser considerados durante el manejo de poblaciones naturales y de cultivo (Arrignon, 1985; Huner & Barr, 1984; Huner, 1990). La riqueza del calcio es importante también, por ejemplo, en las crías este elemento combinado con una temperatura favorable, permite mudas más frecuentes y facilita el crecimiento de los animales (Arrignon, 1985). Las necesidades de oxígeno disuelto varían según las especies. Los descensos bruscos del contenido de oxígeno, especialmente en verano por aumento de la temperatura del agua pueden provocar grave mortalidad por edema branquial y este a su vez favorece la infección de gérmenes patógenos, o bien predispone al acocil a sufrir los efectos tóxicos causados por minerales o compuestos orgánicos (Auvergne, 1982). Por otra parte, la reducción de este parámetro representa un gran problema para el cultivo de acociles en Louisiana, porque los valores menores de 3 ppm causan estrés y mortalidad (Avault Jr *et al*, 1974; Romaine, 1986). Otro punto importante es el entorno sólido o el suelo, se ha señalado que las exigencias específicas se manifiestan diferentemente con respecto a los sustratos. Se debe tener en cuenta la textura y la estructura de las orillas y el fondo (Arrignon, 1985). Por ejemplo, *Astacus astacus* esta adaptado a aguas tranquilas, casi estancadas, escogiendo los fondos duros, aunque soporta aquellos ligeramente cenagosos, *Pacifastacus leniusculus* prefiere las aguas claras y poco fangosas, mientras que *O. limosus* vive en aguas profundas y tibias con fondos fangosos, cerca de la orilla debajo de las piedras, entre la vegetación o bien en las zonas de poca corriente (Auverge, 1982).

La temperatura influye en el metabolismo general de los acociles, como en la actividad, alimentación, muda y eclosión. Por ejemplo, la eclosión va en función de la temperatura por debajo de 10°C los huevos no eclosionan, incluso *O. virilis*, necesita alrededor de 12°C. Para el crecimiento de los juveniles durante el primer verano de vida, esta tanto más rápido cuanto más uniforme sea la temperatura y más próxima se encuentre al óptimo. En *Procambarus* hay que considerar temperaturas del orden de 22°C a 26°C para un buen crecimiento (Auvergne, 1982).

En el cultivo *P. clarkii*, el pH óptimo del agua es de 6.5-8.5 y es letal cuando hay valores mayores de 10.5 y menores de 4. El pH del suelo debe ser de 6 a 7 (Romaine, 1986).

Así mismo, ha sido señalado que el incremento de la dureza del agua aumenta el promedio del peso ganado y supervivencia del acocil rojo (*P. clarkii*) (de la Bretonne Jr. *et al.*, 1969; de la Bretonne Jr., & Avault Jr., 1971). La resistencia a los cambios en estos parámetros es en función de la especie. Así por ejemplo, el acocil australiano *Cherax destructor* es más tolerante a las bajas de oxígeno que *Cherax tenuimanus*, esta última especie trata de escapar de su hábitat buscando oxígeno atmosférico, como ocurre en otras especies de acociles (Huner, 1986).

## 2.6.- Importancia de los acociles

Los acociles contribuyen en el mantenimiento de redes tróficas ya que proveen de detritus vegetal a otros organismos, además convierten la materia vegetal en proteína animal consumible, por lo que juegan papel importante en los ecosistemas acuáticos (Huryn & Wallace, 1987; Griffith *et al.*, 1994; Taylor, 2002).

La situación ecológica de los crustáceos en agua continentales, en algunos casos es muy precaria, lo que se atribuye principalmente a la destrucción acelerada que en los últimos años han sufrido diversas regiones del territorio nacional. Por lo tanto hay una rápida pérdida de diversidad genética, considerando que hay una alta proporción de especies endémicas (Villalobos-Hiriart *et al.*, 1993). La mayoría de las especies nativas de México solo son conocidas en su localidad tipo y áreas circunvecinas y desde su hallazgo y descripción, han sido pocos los estudios de tipo bioecológico realizados con esta fauna (Campos-González, 1982; Rodríguez-Almaraz & Campos, 1994; Rojas, 1999).

Los acociles son un componente significativo de los ecosistemas acuáticos y sostienen las pesquerías recreativas y comerciales, al ser usados como cebos y sirven como un alimento popular (Nielsen & Orth, 1988; Taylor *et al.*, 1996). La producción total mundial es estimada entre 70,000 a 100, 000 toneladas métricas (Huner, 1989).

En los Estados Unidos de América, los acociles son una fuente de alimento económicamente importante, donde poblaciones silvestres y cultivadas son cosechadas. Alrededor de 20 especies de acociles en Norteamérica, son explotados, ya sea para carnada para peces o alimento para el humano, sin embargo, la producción es relativamente baja (Huner, 1990). Los acociles en los Estados Unidos de América son cultivados en aproximadamente 67,180 ha de estanques, En los estados de Texas y Luisiana la producción comercial de acociles silvestres esta entre 5,000 a 25,000 toneladas métricas. Otras 60,000 toneladas son cosechadas a través de la acuicultura (Huner, 1989). El 90% de la producción esta dada por los acociles *P. clarkii* y *P. zonangulus*, donde *P. clarkii* representa entre el 80% y 85% de dicha producción (Avault Jr., 1976; Huner, 1997).

El aprovechamiento de las especies nativas en México es casi totalmente desconocido, salvo el consumo de *Cherax quadricarinatus* o langosta de agua dulce es una especie comercial australiana que es cultivada en el país, principalmente en los estados de Baja California Sur, Colima, Morelos y Tamaulipas, donde se han obtenido volúmenes de producción que van de 690 a 1,270 Kg/Ha/año. Esta es una especie que puede generar riesgo a las especies nativas, pero que debido a su reciente introducción no se ha determinado su impacto ecológico (Semarnap, 2000).

También el acocil enano *Cambarellus moctezumae*, es otra especie que es capturada de manera artesanal en diversos estados del centro del país. La pesquería de diversas especies mexicanas del género *Procambarus* es considerada artesanal, y no hay valores de producción (Huner, 1995). Ante esta situación consideramos importante el estudio de diferentes poblaciones de acociles, particularmente las del género *Procambarus*, ya que alcanzan las tallas más atractivas para su producción y comercialización, de esta manera se podría determinar que especies y cuáles áreas geográficas son susceptibles para una producción armónica de este recurso sin mermar las poblaciones naturales (Rodríguez-Almaraz, 2001).

### **3.- BIOLOGIA REPRODUCTIVA**

#### **3.1.- Dimorfismo sexual**

Los acociles cambaridos tienen un ciclo de vida distintivo que involucra una alternancia morfológica entre formas sexualmente activas e inactivas. La forma activa es nombrada como forma I, pero una vez que los adultos mudan nuevamente se transforman en forma II, sin embargo, esta forma no puede ser distinguida de la forma inmadura (Huner, 1990). El dimorfismo sexual en los acociles queda de manifiesto en la mayor talla de machos adultos en comparación con las hembras, además sus quelas son más largas y gruesas (Hobbs Jr. & Marchand, 1943; Huner & Barr, 1984; Huner & Lindqvist, 1991). La diferenciación sexual en *Procambarus*, es reconocida en las hembras por la presencia de los gonóporos en los coxopoditos del tercer par de pereiópodos y la existencia de una abertura en forma de herradura entre el 4° y 5° par de apéndices torácicos llamado *annulus ventralis*, en donde el macho deposita el espermátforo. En el caso de los machos esta diferenciación morfológica se distingue por el desarrollo de las quelas, ornamentación y dureza de los pleópodos I (gonopodos) que están modificados para realizar la copula. Adicionalmente los gonóporos se ubican entre el 5° par de pereiópodos (Hobbs Jr & Marchand, 1943; Huner & Barr, 1984; Hobbs, 1989). El acocil de Nuevo León *P. regiomontanus* presentan adicionalmente unos procesos a manera de ganchos en el izquierdo del 3er par de pereiópodos (Hobbs, 1972; Hobbs, 1989).

#### **3.2.- Maduración sexual**

La talla a la cual llegan a su madurez sexual los acociles depende de la especie (existen variaciones interespecíficas e intraespecíficas), potencial genético de crecimiento y condiciones ambientales (Huner & Romaine 1978; Momot, 1984). La talla promedio de madurez en los acociles es una buena indicación del crecimiento potencial de estos en un hábitat específico. En las especies de *Procambarus* la talla de madurez varía de 45 a 125 mm de longitud total (Huner & Barr, 1984).

La maduración sexual en los acociles puede darse en un tiempo breve que fluctúa de 8 semanas a casi tres meses, bajo condiciones ideales. Sin embargo, en general toma de 5 a 6 meses en latitudes sureñas y 10.18 meses en latitudes norteñas (Payne, 1978; Huner & Barr, 1984).

De acuerdo Campos-González (1982), sus observaciones de laboratorio y campo establecen que la *P. regiomontanus* alcanza su madurez sexual en el primer año de vida. Por lo tanto debido a que los cambáridos maduran en un amplio rango de talla, este parámetro, no es un criterio adecuado para identificar a los acociles de forma II (Huner *et al.*, 1994).

### 3.3.- Cortejo y Copula

Los machos y hembras de acociles maduros son descritos como forma I (Hobbs Jr., 1972), y no mudaran antes de que el ciclo reproductivo este terminado. Estos pueden copular libremente y la hembra puede iniciar el acto de copula. En el caso de los machos sin quelas, estos pueden copular, pero no pueden competir exitosamente con machos que tengan sus quelas intactas. Los acociles exhiben un comportamiento copulatorio distintivo, el cual se resume en encuentros de ambos sexos, previo a un reconocimiento químico y visual, que inicia con peleas entre ambos sexos, utilizando sus quelípedos, hasta que el macho sostiene firmemente a las hembras con esos apéndices, postrando a la hembra con su dorso en el substrato. Posteriormente, el macho usa sus pleópodos modificados en gonópodos para dar inicio a la cópula, esta puede durar de unos cuantos minutos hasta una hora y media. Finalmente, los machos con sus gonópodos erectos transfieren un espermátforo hacia el receptáculo seminal (*annulus ventralis*) de las hembras. El esperma queda almacenado por un periodo que se puede extender hasta 8 meses, hasta que ocurre la ovulación, debido a que la fertilización es externa (Huner & Barr, 1984; Huner, 1990).

El comportamiento reproductivo de los machos depende de su estado de desarrollo. Una vez que los machos han alcanzado un desarrollo en que se observa la presencia de ganchos en los pereiópodos, gonópodos quitinizados y las quelas alargadas, es cuando están en la forma I, posteriormente, se presenta una muda y se transforma a la forma II (sexualmente inactivos), que tiene una apariencia "juvenil". Es común que los cambáridos alternen la forma activa y de apariencia juvenil a lo largo de su vida (Huner & Barr, 1984; Huner *et al.*, 1994).

El acocil *P. regiomontanus* en condiciones de cautiverio se aparea en los meses de septiembre, octubre, noviembre y esporádicamente en diciembre, tanto a temperaturas controladas ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ) y no controladas ( $17^\circ\text{C}$ ). Se ha observado que los machos FI o las

hembras pueden realizar actos de copula con diferentes miembros de la población en una misma época reproductiva, no importando el tamaño de los individuos (Campos-González, 1982).

### **3.4.- Desove e Incubación**

Las hembras de cambáridos se refugian en madrigueras o en otras áreas para desovar e incubar los huevecillos (Huner & Barr, 1991). Antes de ovipositar la hembra limpia su abdomen con los pereiópodos y una sustancia gelatinosa “clara” es liberada por las glándulas de cemento localizadas en el abdomen y urópodos. Estas glándulas se alargan y forman parches amplios de color blanco en el abdomen y urópodos (Huner *et al.*, 1994). Posteriormente, los huevos salen de los oviductos que se abren en el tercer par de pereiópodos, conforme se van liberando se fertilizan con el esperma almacenado en el receptáculo seminal, utilizando la “clara” y la propia pared adherente de los huevecillos estos quedan unidos en las setas de los pleópodos de tal manera que quedan protegidos (Cruz & Civiera, 1982; Huner & Barr, 1984; Huner & Lindqvist, 1991; Huner *et al.*, 1994).

Campos-González (1982), menciona que en condiciones de laboratorio el desove de *P. regiomontanus* ocurre de julio a noviembre y una vez liberados los huevecillos permanecen adheridos en los pleópodos de las hembras para su incubación, la cuál tiene un periodo de 23 a 24 días a una temperatura de 25 +/- 1° C. Por otra parte, Corey menciona (1991) que el tiempo de incubación varía en otras especies de acociles con la latitud y la estación y que los huevecillos producidos por hembras de acociles normalmente pueden eclosionar en un periodo de 4 a 6 semanas.

Durante la incubación la hembra mantiene la circulación del agua, gracias a los movimientos de sus pleópodos, para aumentar la oxigenación y evitar el depósito de sedimentos (Auvergne, 1982). La maduración y desarrollo de los huevecillos depende primordialmente de la temperatura, las condiciones de las madrigueras y la ausencia de luz (de la Bretonne Jr. & Avault Jr., 1976).

### **3.5.- Fecundidad**

Los estudios de fecundidad han sido reconocidos como un aspecto ecológico importante en las poblaciones de crustáceos (Corey & Reid, 1991). En los acociles, la

producción de huevecillos es uno de los aspectos más significativos para su manejo en las pesquerías y acuicultura, ya que este parámetro es de trascendencia para la conservación del "stock" de las especies nativas (Huner & Lindqvist, 1991).

El número de huevos producidos y liberados de los ovarios de las hembras en los cambáridos, es directamente proporcional a su talla. Por ejemplo, una hembra de 57 mm puede producir 100 huevecillos, una de 80 mm produce hasta 300, mientras que una de 98 mm llega a producir 500 huevos y en cada puesta el número de huevos es generalmente menor al número de ovocitos producidos por el ovario (Huner & Barr, 1984).

El potencial reproductivo (número de óvulos en el ovario) de *P. clarkii* y *P. simulans* disminuye conforme se desarrolla el ovario, debido principalmente a la reabsorción de óvulos. *P. simulans* tiene un potencial reproductivo mayor que *P. clarkii*, en función de la talla y peso, pero con un porcentaje más alto de reabsorción de óvulos durante el desarrollo gonadal. Ambas especies muestran una correlación potencial entre el número de óvulos en función de la talla y una correlación lineal en función del peso de la hembra. Entre el potencial reproductivo y la reproducción realizada existen diferencias entre el número de óvulos producidos y el número de huevecillos ovipositados, y durante esta ocurre gran pérdida de huevecillos por diferentes factores (Abdo de la Parra, 1991).

### **3.6.- Crecimiento y desarrollo postembrionario**

El crecimiento en los acociles, como en el resto de los crustáceos, se produce a través del proceso de muda o ecdisis, el cual implica el desprendimiento del exoesqueleto y la formación de uno nuevo, esto permite que se expandan los tejidos con el consecuente incremento en tamaño y volumen (Huner & Barr, 1984). Durante este proceso los individuos presentan cambios en su fisiología, bioquímica, conducta y anatomía.

Los factores que pueden influir sobre el crecimiento desde la fase juvenil, incluyen densidad, temperatura, fotoperíodo, nutrición, condiciones hidrológicas y stress (Bittner & Kopanda, 1973; Black & Huner, 1976; Goyert & Avault Jr., 1978; Romaine *et al.*, 1978; Huner & Barr, 1984). Los juveniles recién eclosionados miden 7 mm aproximadamente, se alimentan de vitelo y permanecen unidos a la membrana del huevecillo mediante un filamento membranoso que se pierde después de varios días; este estadio primario, presenta algunas características como el cefalotórax engrosado y redondeado, el rostro

plegado hacia la parte inferior, la cola en forma redondeada y oval y sin urópodos, el cuerpo es transparente y los ojos son sésiles (Auvergne, 1982).

Los juveniles de especies residentes en diferentes latitudes permanecen con la madre hasta el estadio III, para posteriormente ser independientes (Corey, 1987b; Momot 1984; Huner *et al*, 1994), por lo que es evidente un cuidado materno (Pollock, 1991). Estas formas recién eclosionadas mudan varios días después para convertirse en juveniles más grandes, los cuales se caracterizan por presentar las mismas proporciones que los adultos, el abdomen se ensancha, los urópodos se van desarrollando y el caparazón se endurece. Una vez que la hembra sale de la madriguera, los juveniles se pueden separar de la madre y nadar libremente, además de alimentarse, en esta etapa miden cerca de 8 mm de longitud total (Huner & Barr, 1984; Huner *et al.*, 1994). El crecimiento de juveniles de *P. clarkii* puede alcanzar tallas maduras en seis y ocho semanas después de su liberación con las hembras en condiciones de laboratorio (Huner & Avault Jr., 1976).

Los juveniles de *P. regiomontanus* en cautiverio pueden ser cargados por 24 o más días, una vez que alcancen el 2° estadio tienen la capacidad de desprenderse y retornar con la madre. También se ha observado que a las 48 horas posteriores a la eclosión existe un aumento en el tamaño en algunos de ellos, esto quiere decir que el crecimiento de la población juvenil no es homogéneo, teniendo ejemplares de diferentes tamaños en poco tiempo. Cuando la población juvenil tiene carencias de alimento, existe el canibalismo, utilizando como comida a juveniles recién mudados (Campos-González, 1982).

Muchas especies de acociles de latitudes bajas tiene un longevidad más corta, como las especies del género *Procambarus* que viven dos años o menos, mientras que especies de cambáridos de latitudes altas y ambientes fríos, usualmente viven de 4 a 16 años, además que su madurez es mas tardía (Momot, 1984).

### **3.7.- Crecimiento alométrico en crustáceos.**

En crustáceos usualmente cambian de forma como ellos crecen, el cual es referido como crecimiento relativo, alométrico o heterogéneo. El crecimiento relativo no es exclusivo de crustáceos, pero debido a su tegumento rígido facilita la medición precisa y hacen atractivo los estudios de alometría (Hartnoll, 1982). En los decápodos, el crecimiento alométrico de diferentes partes del cuerpo es frecuentemente relacionado a los cambios

morfológicos a través de la ontogenia (Hartnoll, 1978). La reproducción podría ser uno de los factores determinantes para la variación del crecimiento (Negreiros-Franozo *et al.*, 2003).

Los estudios de crecimiento en crustáceos son complicados por la variabilidad en la frecuencia de la muda y el incremento de crecimiento en cada muda (Correia, 1992). Las tasas de crecimiento diferencial entre sexos resultan del mayor potencial reproductivo de las hembras. Por ejemplo, cuando los cangrejos llegan a ser sexualmente maduros el crecimiento frecuentemente decrece (Hartnoll, 1982), esto es debido a la cantidad de energía usada para la reproducción (Lee & Hsu, 2003).

Las diferentes fases de crecimiento en crustáceos son descritas de manera precisa por ecuaciones de crecimiento logarítmico que exhiben niveles de alometría positiva, negativa y neutro (Hartnoll, 1982). Los cangrejos violinistas son los clásicos organismos para estudiar el crecimiento el crecimiento relativo debido a que algunas estructuras morfológicas tienen un conspicuo crecimiento alométrico (Huxley, 1924, 1972).

Estudios sobre el crecimiento alométrico o relativo ( $Y=aX^b$ ) en crustáceos decápodos han sido hechos en especies de camarones, cangrejos braquiuros, langostas, langostinos y acociles (Tabla 1).

Tabla 1.- Estudios sobre crecimiento alométrico en crustáceos decápodos.

Especie	Relación de variables	Autor (es)
<i>Cherax quadricarinatus</i>	$LOC = a LC^b$	Beatty <i>et al.</i> (2005)
<i>Ibacus spp.</i>	$PT = a LC^b$ ; $AC = LC^b$	Haddy <i>et al.</i> (2005)
<i>Palaemon longirostris</i>	$LT = a LC^b$ ; $PT = a LC^b$	Cartaxana (2003)
<i>Homarus americanus</i>	$AAB = LT$ ; $AAB = a LC^b$ ; $LC = a LT^b$	MacCormack & DeMont (2003)
<i>Panulirus guttatus</i>	$LPII = a LC^b$	Robertson & Buttler (2003)
<i>Uca thayeri</i>	$LQ = a AC^b$ ; $AAB = a AC^b$	Negreiros-Fransozo <i>et al.</i> (2003)
<i>Homarus americanus</i>	$AAB = a LC^b$	Comeas & Savoie (2002)
<i>Plesionika edwardsii</i>	$PT = a LC^b$	Colloca (2002)
<i>Scylla spp.</i>	$AAB = a LC^b$	Overton & Macintosh (2002)
<i>Haplocarcinus marsupiales</i>	$AC = a LC^b$ ; $LAB = a AC^b$	Kotb & Hartnoll (2002)
<i>Eriocheir japonica</i>	$LM = a ReLAC^b$	Kobayashi (2002)
<i>Pyromaia tuberculata</i>	$AIQ = a AC^b$	Flores <i>et al.</i> (2002)
<i>Cambaroides japonicus</i>	$LQ = a LC^b$ ; $AQ = a LC^b$	Nakata & Goshima (2003)
<i>Perisesarma guttatum</i>	$LQ = a AC^b$ ; $AAB = a AC^b$	Flores <i>et al.</i> (2002)
<i>Procambarus clarkii</i>	$PT = a LT^b$	Lutz & Wolters (1995)
<i>Procambarus clarkii</i>	$LT = a LC^b$ ; $PT = a LC^b$	Lozano-Guerra & Escamilla-Niño (1995)
<i>Procambarus clarkii</i>	$PT = a LT^b$	Correia (1992)
<i>Procambarus clarkii</i>	$PT = a LT^b$	Romaire <i>et al.</i> (1977) ver Correia (1992)
<i>Cherax spp.</i>	$PT = a LOC^b$	Austin (1995)
<i>Procambarus clarkii</i>	$AAB = a LT^b$ ; $LC = a LT^b$ ; $LQ = a LC^b$ ; $PT = a LC^b$ ; $PT = a LT^b$	Rodríguez Almaraz (1992)
<i>Procambarus clarkii</i>	$LC = a LT^b$	Rodríguez-Almaraz & Compeán-Jiménez (1991)
<i>Procambarus clarkii</i>	$PT = a LC^b$ ; $PT = a LT^b$ ; $LC = a LT^b$	Rodríguez-Almaraz (2001)

AAB=Anchura Abdominal; AIQ= Altura de quela; AC= Anchura Cefalotórax; LAB= Longitud Abdominal; LC= Longitud Cefalotórax; LOC= Longitud Ocular ; LPII= Longitud Pata II; LQ= Longitud Quela; LT= Longitud Total; LM=Longitud del Mero; ReLAC=: Relación de la longitud del mero/anchura del cefalotórax; PT= Peso Total.

### **3.8.- Modelo de crecimiento individual utilizando la Función de Crecimiento de von Bertalanffy.**

El crecimiento en crustáceos es difícil de estimar debido a que su exoesqueleto se pierde durante el proceso de muda (Kim, 2005). Pero se ha determinado en este grupo un crecimiento asintótico debido al incremento por la muda y crecimiento estacional (Pinheiro *et al.*, 2005), y es esencialmente un proceso discontinuo con la sucesión de modas separadas por intermudas (Hartnoll, 1982). El crecimiento puede ser expresado como el incremento con el tiempo de la longitud, volumen, peso húmedo o peso seco (Hartnoll, 1982). La pérdida de tegumento evita una determinación precisa de la edad (Cartaxana, 2003). Por lo tanto, los estudios de crecimiento en crustáceos es complicado por la variabilidad en la frecuencia de muda y el incremento de crecimiento en cada muda (Correia, 1992).

En crustáceos la edad ha sido determinada indirectamente de la talla después de la construcción de un ordenamiento de talla-edad, basado en el análisis modal o experimento de marcaje (Cobb & Caddy, 1989). Por lo tanto, el análisis de datos de frecuencia de longitud ha sido usado para identificar clases anuales (Kim, 2005). Para describir el crecimiento se han utilizado tres modelos, la curva de crecimiento de von Bertalanffy, función de Gompertz y el modelo logístico. Todos los modelos describen curvas asintóticas, pero el modelo de von Bertalanffy usualmente se ajusta mejor a los datos (Cobb & Caddy, 1989). En este caso, las curvas de crecimiento promedio son adecuadas para ser ajustadas por la función de crecimiento de von Bertalanffy (Beverton & Holt, 1957; Ricker, 1975) que son aplicadas al promedio de longitud de clases anuales en relación a su edad (Roa & Ernest, 1996; Tuck *et al.*, 1997).

La identificación y monitoreo temporal de modas de talla poblacional y la aplicación de modelos matemáticos como el modelo de von Bertalanffy (1938) han aportado una estimación confiable de la edad de individuos de muchos crustáceos (Pinheiro *et al.*, 2005). Sin embargo, algunos investigadores consideran que la función de crecimiento de von Bertalanffy puede no describir adecuadamente el crecimiento en crustáceos (Breen, 1994; Stewart & Kennelly, 2000), pero este modelo todavía es el más usado en la estimación de parámetros de crecimiento cuando otros modelos no son disponibles (Haddy *et al.*, 2005).

Pouly y Guschötz (1979), modificaron el modelo básico o tradicional de crecimiento de von Bertalanffy en un crecimiento sigmoide en orden para incorporar las variaciones estacionales del crecimiento común en animales de aguas templadas. Este modelo modificado es el más usado para poblaciones de crustáceos decápodos (Pauly *et al.*, 1984; Hopkins & Nilssen, 1990).

A continuación se presenta algunos ejemplos de diversos grupos de crustáceos donde se ha descrito el tipo de crecimiento intersexual al utilizar la función de crecimiento de von Bertalanffy (Tabla 2).

Tabla 2.- Estudios sobre el crecimiento individual en crustáceos decápodos utilizando el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938).

Especie	Parámetros de la ecuación	Autor(es)
<i>Palaemon gravieri</i>	♀ $L_{\infty} = 23.20$ $k = 0.80$ ♂ $L_{\infty} = 18.59$ $k = 0.70$	Kim (2005)
<i>Plesionika martia</i>	♀ $L_{\infty} = 30.6$ $k = 0.31$ (anual) ♂ $L_{\infty} = 28.2$ $k = 0.53$ (anual)	Chilari <i>et al.</i> (2005)
<i>Cherax quadricarinatus</i>	♀ $L_{\infty} = 59.6$ $k = 0.29$ ♂ $L_{\infty} = 73.8$ $k = 0.25$	Beatty <i>et al.</i> (2005)
<i>Ibacus spp.</i>	♀ $L_{\infty} = 81.0$ $k = 0.45$ ♂ $L_{\infty} = 72.9$ $k = 0.45$	Haddy <i>et al.</i> (2005)
<i>Ucides cordatus</i>	♀ $L_{\infty} = 88.6$ $k = 0.26$ ♂ $L_{\infty} = 90.3$ $k = 0.28$	Pinheiro <i>et al.</i> (2005)
<i>Metapenaeus joyneri</i>	♀ $L_{\infty} = 34.7$ $k = 1.22$ (anual) ♂ $L_{\infty} = 29.0$ $k = 1.02$ (anual)	Cha <i>et al.</i> (2004)
<i>Portunus sanguinolentus</i>	♀ $L_{\infty} = 194.25$ $k = 0.97$ (anual) ♂ $L_{\infty} = 204.75$ $k = 0.87$ (anual)	Lee & Hsu (2003)
<i>Palaemon longirostris</i>	♀ $L_{\infty} = 16.32$ $k = 0.51$ (anual) ♂ $L_{\infty} = 11.68$ $k = 0.62$ (anual)	Cartaxana (2003)
<i>Plesionika edwardsii</i>	♀ $L_{\infty} = 26.33$ $k = 0.69$ ♂ $L_{\infty} = 26.41$ $k = 0.84$	Colloca (2002)
<i>Exopalaemon modestus</i>	♀ $L_{\infty} = 21.39$ $k = 0.58$ (anual) ♂ $L_{\infty} = 18.40$ $k = 0.62$ (anual)	Oh <i>et al.</i> (2002)
<i>Procambarus clarkii</i>	$L_{\infty} = 46.8$ a $71.1$ $k = 0.303$ a $0.395$	Gutierrez-Yurrita & Montes (1999)
<i>Acetes chinensis</i>	♀ $L_{\infty} = 13.51$ $k = 0.69$ (anual) ♂ $L_{\infty} = 10.48$ $k = 0.84$ (anual)	Oh & Jeong (2003)
<i>Procambarus clarkii</i>	$L_{\infty} = 78.07$ $k = 0.41$	Rodríguez-Almaraz & Compeán-Jiménez (1991)

$L_{\infty}$  = Longitud máxima asintótica (expresada tanto en longitud total o longitud del cefalotórax, en mm),  $k$  = Tasa o Coeficiente de crecimiento.

#### **4.- Conservación y amenazas de acociles.**

De acuerdo a New (1995), los siguientes puntos deben ser considerados como importantes para la conservación de la fauna de invertebrados:

- Importancia ecológica. Una razón indispensable para el mantenimiento de la biodiversidad y el funcionamiento de un ecosistema.
- Como consumo humano. En particular los invertebrados marinos como moluscos y crustáceos es un comercio importante y son la base para pesquerías y actividades de cultivo.
- Control biológico.

#### **4.1.- Categorías de conservación de especies**

Las Categorías de estatus de conservación (Williams *et al.*, 1993), son definidas como sigue:

- 1) Especie en peligro (E).- Especie o subespecie en peligro de extinción a través de todo o una significativa porción de su rango de distribución. E\* es una especie extinta.
- 2) Especie amenazada (T).- Especie o subespecie prácticamente llega a estar en peligro a través de todo o una significativa porción de su rango de distribución.
- 3) Especie de interés especial (SC).- Especie o subespecie que puede llegar a estar en peligro o amenazada por una perturbación menor a su hábitat y merece ser cuidadosamente monitoreada en su abundancia y distribución.
- 4) Especie Actualmente estable (CS).- Especie o subespecie cuya distribución es muy amplia y estable y no esta en necesidad de acciones inmediatas de conservación.

#### **4.2.- Amenazas y especies en peligro**

La pérdida de especies y declinación en el tamaño poblacional de animales acuáticos tales como peces y almejas es atribuida principalmente a la destrucción, degradación o alteración de hábitats, contaminación, sobreexplotación y la introducción de especies no nativas (Allan & Flecker, 1993; Williams *et al.*, 1993; Warren & Burr, 1994).

Los acociles con más de 500 especies y ocupando un amplio rango de hábitat han sido y continúan siendo impactados por las mismas actividades antropogénicas que han

afectado a otro tipo de fauna flora y fauna (Taylor, 2002; Allan & Flecker, 1993), así como la asociación de enfermedades y parásitos llevados por especies no nativas (Allan & Flecker, 1993).

Pero adicionalmente el rango de distribución limitado de los acociles esta también implicado como un factor amenazante real o potencial. Sin embargo, esta distribución restringida puede ser el resultado de actividades antropogénicas más que el producto de la zoogeografía (Taylor *et al.*, 1996).

Las especies con un pequeño rango de distribución son más vulnerables a la desaparición de sus hábitat (Gilpin & Soulé, 1986) y deben ser consideradas medidas para su conservación (Taylor *et al.*, 1996).

De acuerdo a Taylor *et al* (1996), menciona que los acociles con un rango de distribución en un área de 100 millas<sup>2</sup> o menos, son vulnerables a la destrucción o degradación del hábitat por la canalización, dragado, acumulación de sedimentos y el almacenaje de agua en reservorios.

Al analizar los datos de los acociles de Australia (Horwitz, 1995) y de los Estados Unidos de América (Master, 1990; Taylor *et al*, 1996), se puede estimar que entre un 1/3 a 1/2 de los acociles del mundo están amenazados y/o en riesgo de la declinación de sus poblaciones o en extinción (Master, 1990)).

En el caso de los acociles de Norteamérica la dispersión de ENN (Especies No Nativas), las cuales son capaces de desplazar a nativas, es más amenazante por el hecho que un alto porcentaje de especies nativas son endémicas y de distribución reducida, y algunas solos se conocen en menos de 5 localidades. Por ejemplo, más de 65 taxas son conocidas en una localidad o en un drenaje de un río. Por lo tanto, se considera que el 50% de los acociles de Estados Unidos y Canadá necesitan medidas de conservación (Taylor *et al.*, 1996).

Por lo anterior, la más grande amenaza para la biodiversidad de acociles es la introducción de especies no nativas (ENN), que son introducidas intencionalmente como origen de alimento o no intencionales como cebo no utilizado o mascotas de acuarios no deseables. El efecto severo de las amenazas de las ENN en acociles nativos puede ser validado examinando los eventos en los últimos 100 años en Europa y Norteamérica (Lodge *et al.*, 2000<sup>a</sup>).

En Norteamérica las especies nativas han sido desplazadas por ENN a través de la competencia directa, mientras que en Europa, un organismo comensal (*Aphomyces astaci*) llevado por ENN ha sido lo más dañino para las especies nativas (Taylor, 2002). Por ejemplo, uno de los casos más importantes y de conservación de especies de acociles es el de *Austropotamobius pallipes*, especie protegida en Gran Bretaña y otros países de la Unión Europea, pero la conservación de esta especie no es suficiente para la declinación de las poblaciones, porque su principal amenaza es una especie no nativa o exótica *Pacifastacus leniusculus*, la cual es uno de los principales vectores que aporta un hongo que resulta mortal para el cangrejo nativo (Rogers *et al.*, 1995).

Entre otras amenazas a la diversidad de acociles, si se considera la alteración del hábitat en forma de presas y reservorios, afecta la estructura física y química de los ríos y arroyos (Williams *et al.*, 1993), lo cual puede afectar el hábitat de acociles (Taylor *et al.*, 1996). Por ejemplo, la remoción de sustratos gravosos y cantos rodados, detritos y vegetación a través del dragado y canalización puede afectar a los acociles por la reducción de la cantidad y calidad del hábitat usado como un refugio (Taylor *et al.*, 1996; Taylor, 2002). Sin tal protección, los acociles son más susceptibles a la depredación (Stein, 1977). Otras amenazas son el desarrollo urbano, incremento de acumulación de cieno y cambios en la calidad del agua por contaminación química o termal (Taylor, 2002). La sobre-explotación o sobre-cosecha de acociles contribuye también en la declinación de especies de acociles en Norteamérica (Taylor, 2002).

El conocimiento de la biología básica de muchas especies de acociles de Estados Unidos de América y Canadá, es precaria o carente. La limitada información sobre la distribución y conservación del estatus de acociles revela un estado precario (Taylor *et al.*, 1996). Pero debido al reconocimiento de la diversidad de los acociles de esta región se ha incrementado significativamente como un resultado de los estudios taxonómicos. Este esfuerzo ha llamado la atención a los ecólogos acuáticos, profesionales de las pesquerías, agencias de recursos naturales y organismos dedicados a la conservación (Taylor *et al.*, 1996).

La amplia disparidad en el reconocimiento de acociles amenazados o potencialmente amenazados podría servir como un foco de atención para las agencias del

gobierno, organismos privados o interesados en el campo de la Astacología (Taylor *et al.*, 1996).

El Comité de Especies en Peligro de la Sociedad de Pesquerías de América al considerar el estatus de los acociles de Estados Unidos de América y Canadá, eligió como primer criterio el rango restringido de las especies con el fin de asegurar el estatus en peligro o amenazado. Otras amenazas fueron tomadas en cuenta, como la introducción de especies no nativas y la proximidad de áreas urbanas, sin embargo el primer criterio es el más importante (Taylor *et al.*, 1996).

Uno de los pocos casos documentados para saber como afecta directamente el cambio de hábitat a las especies de acociles, provoco la extinción de la especie *Cambarellus alvarezii* de Nuevo León, México. La explotación del agua del manantial para usos agrícola, industrial y urbano es lo que provoco la desaparición de esta especie (Contreras-Balderas & Lozano-Vilano, 1996; Taylor, 2002).

#### **4.3.- Introducción de Especies**

La introducción de especies foráneas o exóticas de invertebrados, pone en peligro la conservación de los hábitats naturales, alteran la dinámica natural de los ecosistemas produciendo graves secuelas, como la extinción de poblaciones o especies y la degradación del suelo entre otras consecuencias. Por lo general estas especies suelen ser más agresivas que las autóctonas. Se caracterizan por tener un alto poder colonizador debido, entre otras causas, a su alta eficacia reproductiva y su gran capacidad de adaptación a nuevas condiciones ambientales (New, 1995)

Las especies no nativas de acociles usualmente causan un detrimento a los ecosistemas donde se introducen (Taylor, 2002). La introducción de especies no nativas utilizadas como cebo en la pesca o para fines acuícolas ha contribuido a la declinación de poblaciones de acociles nativos y representa una amenaza actual (Holdich, 1987; Hobbs III *et al.*, 1989). Como cebo los acociles son transportados fácilmente y pueden ser introducidos en los ambientes acuáticos cuando son liberados como cebos no usados en la pesca. Esto puede permitir una ampliación en el rango de distribución de algunas especies como en la especie *Orconectes rusticus*, en la cual es notable su comportamiento agresivo y la habilidad de desplazar especies nativas (Capelli, 1982; Buttler & Stein, 1985; Page,

1985). Otra especie es *Orconectes virilis* nativa de la parte centro-este de los Estados Unidos de América que ha sido introducida en la mitad del oeste de este país y Canadá (Page, 1985; Taylor *et al.*, 1996). Esta especie es usada como cebo en la pesca en los últimos 50 años y una vez introducida en un cuerpo de agua nuevo expande su rango y eficientemente desplaza a las especies nativas (Taylor y Redmer, 1996). Esta especie tiene una tasa de crecimiento individual más rápida que las especies nativas (Hill *et al.*, 1993). Y subsecuentemente una habilidad superior para competir por alimento y refugio (Hill & Lodge, 1994) e hibridación (Perry, *et al.*, *In Press*). A finales de 1800, acociles de Norteamérica fueron introducidos a Italia (Acketors, 1999). Desde entonces *Procambarus clarkii*, *Orconectes limosus* y *Pacifastacus leniusculus* se han establecido a través de Europa, que es el resultado de una introducción intencional (Holdich, 1999). Masiva muerte de acociles nativos empezó a través de Europa causado por la plaga de acociles *Aphonomyces astaci* (Alderman & Polglase, 1988). Este hongo es letal para especies europeas mientras especies de Norteamérica son inmunes y actúan como vectores (Taylor, 2002).

La introducción de ENN para cultivo comercial ha ocurrido en el oeste, suroeste y sureste de Estados Unidos de América (Hobbs III *et al.*, 1989).

#### **4.4.- Acciones legales y políticas para la conservación**

Ha existido discrepancias sobre el estatus de conservación de acociles en Norteamérica, por ejemplo el Acta de Especies en Peligro de 1973 (ESA), US FISH AND WILDLIFE SERVICE (USFWS) reconoce solo 4 especies (<1% de la fauna de acociles) en peligro y ninguna como amenazada (USFWS, 1994b). Mientras que la organización Nature Conservance reconoce que el 36% de la fauna de acociles de los Estados Unidos de América y Canadá esta extinta o amenazada y otro 26% como vulnerable (Master, 1990). Más recientemente, el Comité de Especies en Peligro de la Sociedad de Pesquerías de América, enlisto a las especies de acociles de Estados Unidos de América y Canadá, que incluye la distribución y estatus de conservación de 338 especies nativas; 29 especies (<1%) posiblemente extintas, 65 especies (19.2%) están en peligro; 45 (13.3%) están amenazadas, 50 (14.8%) de interés especial y 176 (52%) están establecidas (Taylor *et al.*, 1996).

Dada la preocupación de la declinación de la calidad de hábitats acuáticos y fauna (Williams & Neves, 1992) y la importancia de los acociles en la biodiversidad acuática, la Sociedad de Pesquerías Americana en su Comité de Especies en Peligro formo un subcomité para investigar el estatus de conservación de acociles en Estados Unidos de América y Canadá. El objetivo de este subcomité es de proveer información para los manejadores de recursos naturales y legisladores para reconocer la grave situación del estatus de acociles y auxiliar en las estrategias de proyección (Taylor *et al.*, 1996).

En México, las normas oficiales mexicanas tienen carácter obligatorio, durante la vigencia de la actual NOM-059-SEMARNAT-2001 donde incluye el listado oficial de especies en riesgo para el país. La norma describe las categorías de riesgo y establece especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo de las especies silvestres, así como el método y el tipo de información que puede ser usado para la evaluación de riesgo de extinción de las especies. El listado actual contiene 2571 especies de anfibios, aves, hongos, invertebrados, mamíferos, peces, plantas, y reptiles. De este listado solo se encuentran solo 14 especies de crustáceos. Sin embargo no se encuentra ninguna especie de acocil en peligro o amenazado.

1) Se considera una especie **Probablemente extinta en el medio silvestre** a una especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano

2) Se considerará una especie **En peligro de extinción** aquella cuya área de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la modificación o destrucción drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación entre otros .

3) Se considerará una especie **Amenazada** aquella especie o poblaciones de la misma, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones

4) Se considerará una especie o población **Sujeta a protección especial** aquélla que podría llegar a encontrarse amenazada por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación o conservación de poblaciones de especies asociadas (INE, 2005) El Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER) unifica los criterios de decisión sobre las categorías de riesgo y permite usar información específica que fundamente esa decisión. Se basa en cuatro criterios independientes que son:

A.- Amplitud de la distribución del taxón en México

Es el tamaño relativo del ámbito de distribución natural actual en México. Para especies dulceacuícolas se debe indicar el tamaño de la cuenca. Se consideran cuatro gradaciones que son:

- i) **Muy restringida = 4** se aplica especies microendémicas como para especies principalmente extralimitales (menor a 5% del territorio nacional).
- ii) **Restringida = 3** especies cuyo ámbito de distribución en México se encuentra entre el 5 y 15% del territorio nacional.
- iii) **Medianamente restringida = 2** especies cuyo ámbito es mayor que el 15%, pero menor que el 40% del territorio nacional.
- iv) **Ampliamente distribuida o muy amplia = 1** cuyo ámbito de distribución es igual o mayor que el 40% del territorio nacional.

B.- Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.

Es el conjunto actual estimado de efectos del hábitat particular, con respecto a los requerimientos conocidos para el desarrollo natural del taxón que se analiza, en términos de las condiciones físicas y biológicas.

- i) **hostil o muy limitante = 3**
- ii) **intermedio o limitante = 2**
- iii) **propicio o poco limitante = 1**

C.- Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.

Es el conjunto de factores relacionados con la historia de vida o la forma de vida propios del taxón, que lo hacen vulnerable. Se consideran 3 gradaciones:

- i) **vulnerabilidad alta = 3**

ii) vulnerabilidad media = 2

iii) vulnerabilidad baja = 1

**D.- Impacto de la actividad humana sobre el taxón.**

Es una estimación numérica de la magnitud de impacto y la tendencia que genera la influencia humana sobre el taxón que se analiza. Se asignan 3 posibilidades:

i) alto impacto = 3

ii) impacto medio = 2

iii) impacto bajo = 1

Y cada uno de estos criterios puede jerarquizarse mediante la asignación de valores numéricos, en orden ascendente de riesgo y la sumatoria resulta una evaluación acumulativa de riesgo (INE, 2005)

## VII.- MATERIAL Y METODOS

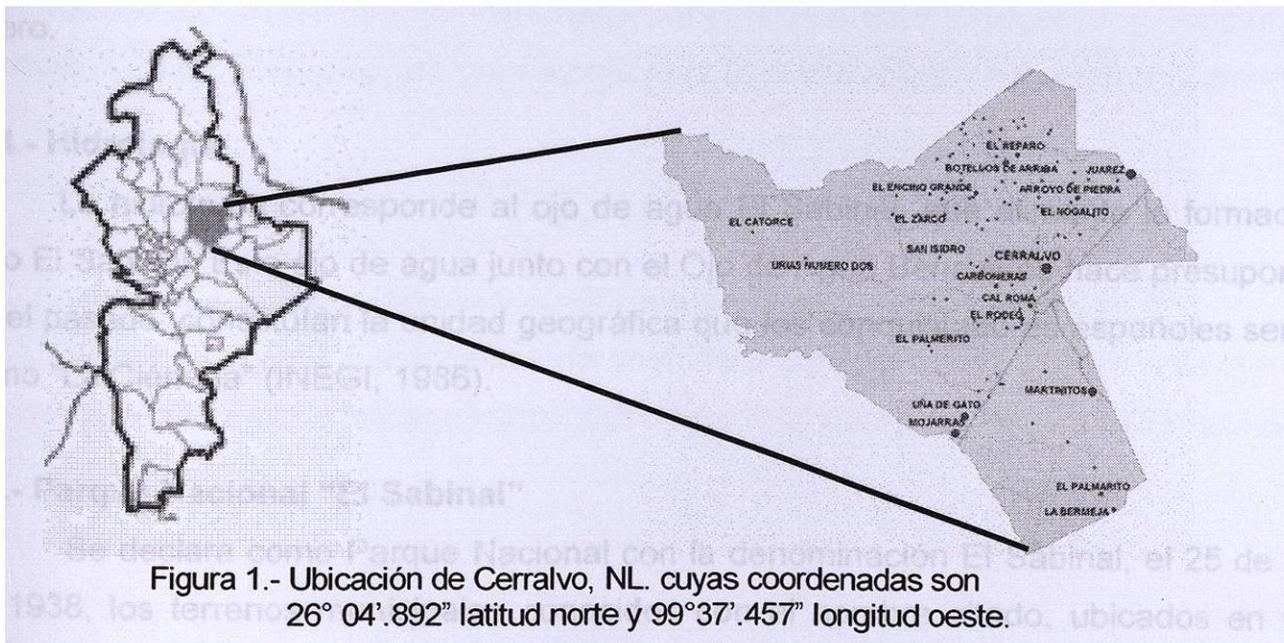
### 1.- Material biológico

Para el estudio biológico y ecológico de los acociles de la región central de Nuevo León, se trabajó con una población de *Procambarus (Girardiella) regiomontanus* del Parque Nacional "El Sabinal", Cerralvo N. L.

### 2.- Descripción del Área de Estudio

#### 2.1.- Localización

Para el estudio de campo se trabajó en arroyos que pasan dentro del Parque Nacional "El Sabinal", ubicado dentro de la cabecera de Cerralvo, Nuevo León ( $26^{\circ} 04'.892''$  latitud norte y  $99^{\circ} 37'.457''$  longitud oeste). Este parque cuenta con un pequeño manantial que aparentemente no tiene ninguna conexión con las cuencas cercanas como la del San Juan.



## **2.2.- Fisiografía**

El área de estudio esta incluida dentro de la Provincia de la Gran Llanura de Norteamérica y en la subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León. Presenta una altitud de 290 metros sobre el nivel del mar. El área es extensa en cuanto a los sistemas de topofomas, ya que presenta una gran sucesión de lomeríos y llanuras, que en raras ocasiones se ven interrumpidas por una sierra baja o meseta (INEGI, 1986).

## **2.3.- Climatología**

El tipo de clima según Köppen, modificado por García (1986) corresponde al tipo semicálido-subhúmedo con escasa lluvia todo el año, con un porcentaje de lluvia invernal mayor de 18. Tiene un índice de precipitación medio anual entre 600 y 800 mm. La temperatura media anual es de 27°C, siendo clasificado el clima como BS, el más seco de los climas esteparios, extremoso. Las temperaturas máximas oscilan entre los 40 y 45°C que son en los meses de julio-agosto, y las mínimas entre 0 y 2 °C, que son en diciembre enero.

## **2.4.- Hidrología**

La hidrología corresponde al ojo de agua El Sabinal, que alimenta la formación del lago El Sabinal. Este ojo de agua junto con el Ojo de Agua Benavides hace presuponer que en el pasado, constituían la unidad geográfica que los conquistadores españoles señalaron como "La Ciénega" (INEGI, 1986).

## **2.5.- Parque Nacional "El Sabinal"**

Se declara como Parque Nacional con la denominación El Sabinal, el 25 de Agosto de 1938, los terrenos municipales conocidos con el nombre citado, ubicados en Ciudad Cerralvo, N.L., figura como lugar de gran atractivo, cuyo nombre se debe a los sabinos milenarios que en él se encuentran. Que siendo éste, uno de los lugares que conserva una belleza primitiva, motivo por el cual ha sido visitado por los habitantes de Ciudad Cerralvo y el turismo en general, por lo fue necesario mejorar sus condiciones mediante trabajos de reforestación con especies de ornato y forestales que imprima mayor atractivo a este paraje

ya que esta región presentaba las condiciones favorables para la creación de un parque nacional, dada su proximidad a Ciudad Cerralvo (Vargas Márquez, 2005)

En este parque se realizan actividades recreativas y resulta ser uno de los parques más pequeños de México, cuenta con una superficie de 7.237 hectáreas (Vargas Márquez, 2005; CONANP, 2005). El 4 de diciembre de 1996 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el "Acuerdo de Coordinación que celebran la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y el Gobierno del Estado de Nuevo León, con el objeto de transferir a éste último, la administración del Parque Nacional El Sabinal, así como llevar a cabo diversas acciones coordinadas que apoyen a la conservación, desarrollo y vigilancia de dicha área natural protegida" (INE, 2005)

El Ayuntamiento de Cerralvo ha sido uno de los encargados de atender las necesidades requeridas, para la conservación del parque, así como el que ha realizado todas las mejoras, vigilancia y mantenimiento (Contreras, 1994). En 1986 a iniciativa de Don Roberto González Barrera (Presidente del consorcio MASECA) y de un grupo de cerralvenses se constituyó el Patronato para el Fomento Educativo y Asistencial de Cerralvo, A.B.P., el cual aportó gran ayuda para la rehabilitación del parque (Comunicación personal).

### **3.- Estudio de campo y laboratorio**

#### **3.1.- Parámetros fisicoquímicos y ecológicos.**

Se seleccionaron 5 estaciones de muestreo tanto para la recolección de ejemplares y la toma de parámetros fisicoquímicos y ecológicos a lo largo del estudio (5 meses).

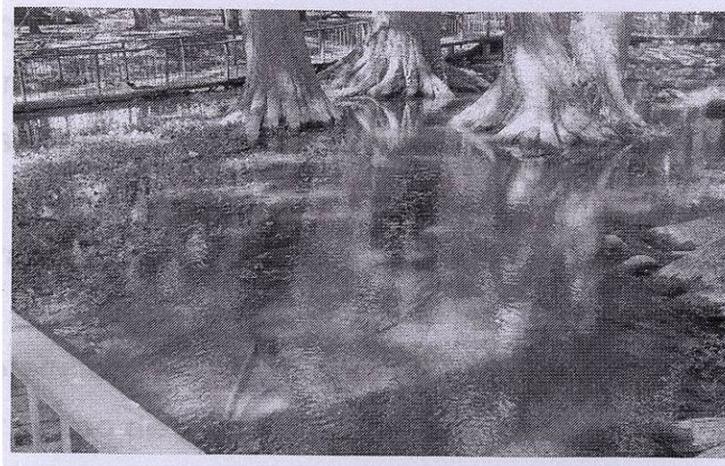


Figura 2.- Estación muestreada

En cada una de las 5 estaciones se tomaron los siguientes parámetros fisicoquímicos:

a) Tipo de sustrato.

Para definir el sustrato se consideraron los siguientes parámetros: densidad aparente, color, textura, sales solubles totales y materia orgánica respectivamente, los cuales fueron analizados por el Laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la U. A. N. L., utilizando el método de Bouyoucos para la textura del sustrato y Walkley-Black para materia orgánica.

b) Temperatura ambiental, del agua, salinidad, conductividad, oxígeno y pH del agua. Los aparatos utilizados en el estudio fueron: Medidor de oxígeno disuelto, modelo YSI55; Medidor de pH digital, Hanna Instruments H1931000 (0.00-14.00) con los cuáles también fueron medidos la temperatura del agua y ambiental.

c) Morfometría de arroyos y presencia o ausencia de vegetación acuática

Se determino la morfometría del área acuática al inicio de cada período de muestreo, considerando las dimensiones de área y profundidad de cada estación. Para esto se establecieron en los extremos de cada estación, dos puntos que fueron unidos por una cinta métrica con el fin de determinar la anchura, dependiendo de la forma de estos, mientras que las profundidades mínimas y máximas se obtuvieron también con la ayuda de cinta métrica, tomando como referencia las orillas del lecho del arroyo y al centro del

arroyo. También se observó y tomó nota sobre la ausencia y presencia de vegetación acuática así como la presencia de corriente en los lugares de muestreo.

Todos los datos de los parámetros fisicoquímicos fueron incluidos en una base de datos en Excel, con el que se determinaron los valores promedio y desviación estándar por mes y por estación durante el período de muestreo.

### **3.2.- Métodos de recolección, preparación e identificación de flora y fauna acuática.**

Para determinar el tipo de fauna presente en cada uno de los hábitats revisados, se recolectaron especímenes, que incluyeron los siguientes grupos: moluscos, insectos, peces, anfibios y reptiles. Así mismo, se observaron algunas huellas dejadas por algunos mamíferos (tlacuaches y tejones).

Los insectos acuáticos y semiacuáticos fueron recolectados mediante redes entomológicas y redes bentónicas, esta última también fue utilizada para obtener moluscos, crustáceos, peces y algunas plantas acuáticas. Ya que este tipo o técnica de muestreo son las más utilizadas en pequeños arroyos de hábitat lóticos y lénticos para la obtención de dichos organismos (Brown, 1991).

Posteriormente una vez recolectados los organismos se depositaron en frascos de plástico medianos que contenían alcohol etílico al 70 % y fueron etiquetados correctamente para ser transportados al laboratorio para su identificación, utilizando las claves taxonómicas de Merritt & Cummins (1996) para insectos. En el caso de los peces y anfibios fueron preservados de acuerdo a McDiarmid (1994), que consiste en poner los peces y anfibios recién colectados en una solución de formol al 10 % durante 5-6 días para su fijación, después de esto se lavaron en agua corriente y posteriormente se pusieron en alcohol etílico al 70%, ya que esto conserva su coloración y se manipulan fácilmente. En el caso de peces utilizamos las claves de Alvarez (1970) para su identificación.

En el caso de moluscos se preservaron en alcohol etílico al 70%, ya que estos organismos presentan cuerpo blando (Burch, 1982), así mismo, estos fueron identificados de acuerdo a Brown (1991).

En el caso de la flora acuática, se recolectó muestras de plantas incluidas en bolsas de plástico y posteriormente en el laboratorio se pusieron en papel periódico para ser prensadas, y así mantenerlas en mejor estado y facilitar su identificación.

### **3.3.- Método de recolecta de acociles**

La recolecta de acociles se hizo durante 5 meses, dos veces al mes en el área descrita. La captura de los acociles de río dependió del sitio de muestreo, donde se utilizó redes tipo cuchara, de forma manual y 10 trampas cilíndricas de una entrada hechas con malla gallinera de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, similares a las descritas por Huner & Barr (1984). De acuerdo a Rodríguez-Almaraz (1992), el cebo utilizado fue hígado de res. Estas se colocaron en 5 estaciones, en un transecto de 200 m a lo largo del arroyo, por un período de dos horas y media.

### **3.4.- Proporción sexual**

Una vez recolectados los ejemplares se procedió a analizar la composición poblacional de *P. regiomontanus*, separando por sexos en base a las características dimórficas principalmente señaladas por Hobbs (1976) y se cuantificó el número de hembras y machos.

### **3.5.- Biometría**

Todos los ejemplares recolectados fueron medidos y separados por sexos (machos FI, FII, hembras y juveniles), usando un vernier con una precisión de 0.1mm tomando las siguientes medidas: longitud total (LT), longitud del cefalotórax (LC), anchura abdominal (AAB) y longitud de la quela (LQ). El peso total (PT) fue determinado con una balanza electrónica OHAUS Modelo C305P con una precisión de 0.1 g. Todos los ejemplares, una vez que fueron sexados y medidos fueron devueltos a su hábitat original, con el fin de no alterar la composición poblacional de esta especie durante el estudio. Todos estos valores biométricos fueron incluidos en una base de datos generada en EXCEL y SPSS para Windows XP, para su posterior análisis estadístico.

### **3.6.- Crecimiento Alométrico**

El análisis del crecimiento alométrico fue hecho por sexo, y así como la condición de los machos (FI y FII) y juveniles. Para esto se realizaron combinaciones de las variables morfométricas ya descritas anteriormente como longitud total (LT), longitud cefalotórax (LC), peso (P), longitud de quela (LQ) y anchura abdominal (AAB).

Para cada grupo sexual fue utilizado el modelo de regresión potencial  $Y = aX^b$  relacionando los datos biométricos de todos los ejemplares (Huxley, 1972; Teisser, 1960; Hartnoll, 1982; Huber, 1985; Aiken & Waddy, 1992). Este análisis estadístico permite asociar dos variables (por ejemplo Peso y Talla) y determina el tipo de crecimiento alométrico del peso en función de la talla. El término alométrico se refiere a que una variable morfométrica se incrementa más o menos rápido con respecto a una variable de referencia. Por lo tanto, tendríamos un crecimiento alométrico (+/-) o isométrico. La isometría corresponde a valores del coeficiente de regresión (b) igual a 1 o 3, si corresponden a una relación talla o peso, respectivamente. La alometría negativa o positiva se representa cuando  $b < 1$  o  $3$  o  $b > 1$  o  $3$ , respectivamente. El primer paso fue determinar la significancia de la regresión, probando las siguientes hipótesis mediante un ANOVA y una prueba de  $F$ :

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_a: \beta \neq 0$$

La decisión estadística fue si  $F$  calculada es mayor que la  $F$  tabulada [ 0.05 (1),  $v_1$ ,  $v_2$  ] donde  $v_1$  y  $v_2$  son los grados de libertad (GL) de la regresión (=1) y residual ( $n-2$ ) se rechaza  $H_0$ .

Para determinar el tipo de crecimiento de cada regresión se utilizó una prueba de "t" de student para probar las siguientes hipótesis:

$$H_0: \beta = 1 \text{ o } (3) \text{ Isometría}$$

$$H_a: \beta \neq 1 \text{ o } (3) \text{ Alometría negativa o positiva}$$

Para calcular "t" se utilizó la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\text{(Parámetro estimado)} - \text{(Valor hipotético de b)}}{\text{Error típico del parámetro estimado}}$$

Donde: si  $t$  calculada es mayor que la  $t$  tabulada 0.05 (2),  $n-2$ , se rechaza  $H_0$ . Adicionalmente, para cada análisis se obtuvieron las estadísticas descriptivas como son promedio, mínimo, máximo y desviación estándar.

### 3.7.- Crecimiento de juveniles utilizando la función de crecimiento de von Bertalanffy,

El análisis modal de las clases de talla de los juveniles usando el método de Battacharya (programa FISAT) permite determinar clases de edad. Como solo se reconocieron tres clases de edad, las subsiguientes clases se calcularon mediante la ecuación de regresión potencial ( $Y=aX^b$ ) usando los valores promedio de las clases obtenidas previamente y para ajustar los valores de cada clase de talla se transformaron en logaritmo natural.

Los valores ajustados se utilizaron para determinar el modelo de crecimiento de von Bertalanffy mediante la ecuación:  $L_{(t)} = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$  usando el programa FISHPARM, (Nonlinear Parameter Estimation for Fisheries, versión 3.0T), el cual nos determina los siguientes parámetros:

$k$  = coeficiente o tasa de crecimiento

$t_0$  = es la talla teórica que se tiene cuando la edad es igual a cero.

$L_{\infty}$  = longitud asintótica máxima alcanzada.

## VIII.- RESULTADOS

### 1.- Parámetros fisicoquímicos y ecológicos

#### 1.1.- Tipo de sustrato

Para el área de estudio se tomaron 2 muestras de sedimento, considerando donde hubo diferencias en el tipo de sustrato de los 2 sitios seleccionados. Los resultados nos indican una textura arcillo-limosa y la otra migajón arenoso en los sustratos, la primera es extremadamente rica en materia orgánica y medianamente alcalina y la segunda resultado medianamente rica en materia orgánica y fuertemente alcalina. En la Tabla 3 se presentan estos resultados.

Tabla 3.- Características fisicoquímicas de los sedimentos en áreas con escasa vegetación

DETERMINACIÓN	METODO	RESULTADO	CLASIFICACIÓN
DENSIDAD APARENTE	TERRON	1.25-1.65gr/cc	-----
COLOR	MUNSELL	Seco 10 YR 5/2	s Café grisáceo
		Humedad 10 YR 2/2-3/2	H Café muy oscuro a café grisáceo oscuro
REACCIÓN	POTENCIOMETRO	pH 7.91-8.77	Medianamente alcalino-Fuertemente alcalino
TEXTURA	BOUYOCOS	% Arena 14.3-74.9	Migajón arcillolimoso
		% Limo 8.0-47.3	a Migajón arenoso
		% Arcilla 17.1-38.4	
SALES TOTALES	PUENTE DE WHEATSTONE	0.52-1.52 mmhos/cm a 25°C	No salino
MATERIA ORGANICA	WALKLEY-BLACK	1.14-5.58 % M.Org	Medianamente a extremadamente rico

## 1.2.- Temperaturas, oxígeno, y pH.

Los valores mínimos y máximos de temperatura ambiental fluctuaron entre los 26° C y 37°. El valor promedio de temperatura del agua a lo largo del periodo de muestreo fue de 25° C. En el muestreo 1 se presentó el valor mínimo (23.4°) y el máximo fue de 26.6° C para el muestreo 6 (Tabla 4). Los valores mínimos y máximos de oxígeno disuelto oscilaron entre 2.94 y 5.77 mg/l. En el caso del pH los valores expresados en la tabla, muestran que este parámetro no varió significativamente en ningún muestreo, y su promedio fue de 7.29.

Tabla 4.- Registros de temperaturas, oxígeno y pH por muestreo

Numero de muestreo	Temperatura ambiental (°C)	Temperatura del agua (°C)	Oxígeno (mg/l)	pH
1 (Mayo 6)	26	23.42	4.06	7.52
2 (Junio 15)	28	25.06	5.77	7.32
3 (Julio 3)	37	25.98	4.85	7.26
4 (Julio 29)	27	25.3	4.7	7.23
5 (Ago 12)	30	26.08	2.94	7.26
6 (Ago 25)	36	26.64	4.28	7.2
7 (Sep 9)	30	25.8	3.05	7.21
8 (Sep 30)	30	25.54	3.67	7.32
PROMEDIO	30.5	25.47	4.16	7.29
MÍNIMO	26	23.42	2.94	7.2
MÁXIMO	37	26.64	5.77	7.52

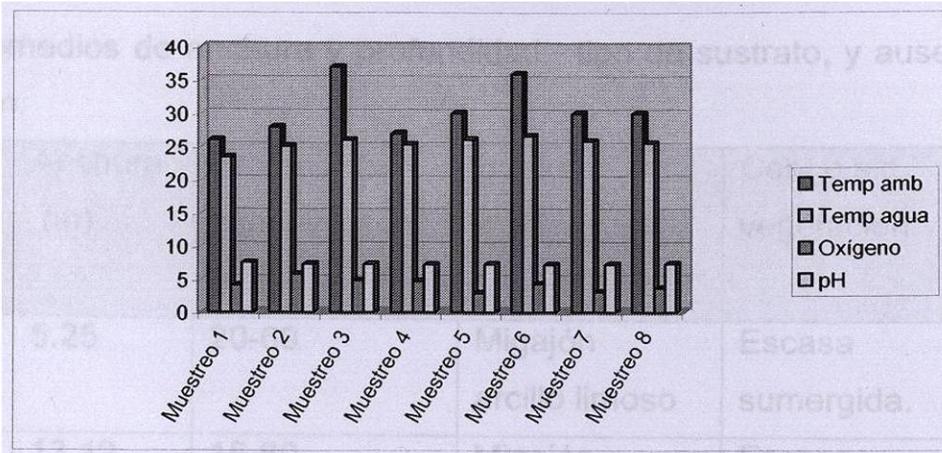


Figura 3.- Valores promedio de cada parámetro (temperatura, oxígeno y pH) por muestreo.

### 1.3.- Morfometría de arroyos y presencia o ausencia de vegetación acuática.

En la tabla 5 se presenta los valores promedio de la morfometría de cada estación de muestreo. La mayor anchura del cuerpo de agua se presentó en la estación 2 (13.12 m) y la menor anchura en la estación 4 (3.95m). La profundidad del cuerpo de agua varió en cada estación, esto es debido a la pendiente de cada una y también por la presencia de lluvias que afecto la morfometría de cada estación. Las mínimas profundidades se presentaron en la estación 2 (15cm) y 5 (15cm), y las máximas en la estación 1 (69cm) y 2 (60cm). La mayoría de las estaciones presentaron poca vegetación riparia y sumergida.

Tabla 5.- Promedios de anchura y profundidad, tipo de sustrato, y ausencia y/o presencia de vegetación.

Estación	Anchura (m)	Profundidad min. y máx. (cm)	Sustrato	Con o sin vegetación
1	5.25	20-69	Migajón arcillo limoso	Escasa vegetación sumergida.
2	13.12	15-60	Migajón arcillo limoso	Escasa vegetación sumergida.
3	4.7	20-50	Migajón arcillo limoso	Escasa vegetación sumergida.
4	3.95	20-55	Migajón arenoso	Poca vegetación sumergida y riparia.
5	4.12	15-50	Migajón arenoso	Poca vegetación sumergida.

La velocidad de la corriente solo se tomo en la primera colecta la cual dio como resultado:

Estación 1= 5.3m/s

Estación 2= 4.56m/s

Estación 3= 5.5 m/s

Estación 4= 10 m/s

## 2.- Fauna y Flora Presente

Durante el período de muestreo, se encontraron diversos grupos de vertebrados e invertebrados que a continuación se presentan.

### 2.1.- Moluscos .

Los moluscos encontrados (Tabla 6) fueron tanto acuáticos como terrestres y se identificaron según el criterio de Burch (1982).

Tabla 6- Géneros de moluscos encontrados

CLASE				
GASTROPODA				
SUBCLASE	FAMILIA	GENERO	y	HABITAT
		ESPECIE		
Pulmonata	Planorbidae	<i>Planorbella</i>	<i>trivolis</i>	Acuático
	Subulinidae	<i>Rumina</i>	sp	Terrestre

## 2.2.- Insectos

En cuanto a la fauna de insectos, se recolectaron 7 géneros pertenecientes a 7 familias y 3 ordenes, siguiendo el criterio de Merritt & Cummins (1996) (Tabla 7). Todos estos géneros de insectos estuvieron presentes a lo largo del período de muestreo.

Tabla 7.- Ordenes, familias y géneros de insectos recolectados

CLASE INSECTA		
División Exopterygota		
ORDEN	FAMILIA	GENERO
Odonata	Calopterygidae	<i>Caleopteryx</i>
	Coenagrionidae	<i>Argia</i>
	Gomphidae	<i>Progomphus</i>
	Aeshnidae	<i>Triacanthagyna</i>
	Libellulidae	<i>Dythemis</i>
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i>
	Division	
Coleóptera	Endopterygota	
	Gyrinidae	<i>Dineutus</i>

### 2.3.- Peces

Dentro de este grupo se encontraron dos especies que se presentaron en todo el período de muestreo (Tabla 8).

Tabla 8.- Peces recolectados en el Parque Nacional "El Sabinal"

CLASE OSTEICHTHYES		
ORDEN	FAMILIA	GENERO y ESPECIE
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i>
Atheriniformes	Poeciliidae	<i>Xiphophorus helleri</i>

### 2.4.- Anfibios y Reptiles

Se encontraron dos especies de anfibios que se presentan en la tabla 9. En el primer y segundo muestreo se recolectaron solamente estadios inmaduros (renacuajos) en gran cantidad y a partir del tercer muestreo la población fue principalmente de juveniles y adultos.

Tabla 9.- Especies de anfibios recolectados

CLASE AMPHIBIA Y REPTILIA		
ORDEN	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE
Anura	Buфонidae	<i>Bufo valliceps</i>
	Ranidae	<i>Rana berlandieri</i>
Chelonia	Emydidae	<i>Trachemys stricta</i>

### 2.5.- Otros vertebrados presentes

Con respecto a los vertebrados, se observó en el mes de septiembre una garza *Egretta sp.* Dentro del parque se ha reportado algunos mamíferos como ardillas (*Siurus sp.*), mapaches (*Procyon lotor*); tejón (*Taxidea taxus*); zorrillo, (*Mephitis macrura*; tlachuache (*Didelphys virginiana*), además que se observaron algunos rastros o huellas de estos

(Figura 4), así como también algunas madrigueras como huecos en los árboles y en el suelo.



Figura 4.- Huellas encontradas de algunos mamíferos dentro del parque “El Sabinal”

## 2.6.- Flora asociada

Los datos de flora que a continuación se presentan son registros hechos en el parque “El Sabinal” y documentados por los administradores del parque.

Sobre la superficie del terrero se pueden reconocer tres tipos de vegetación los cuales son:

1. Bosque de galería relicto con predominio de sabino (*Taxodium mucrunatum*)
2. Bosque secundario de Fresno (*Fraxinus* sp), Anacua (*Erethia anacua*) y Trueno (*Ligustrum* sp)
3. Bosque inducido o área reforestada por *Taxodium mucrunatum* y fresno entre otros.

Entre la vegetación hidrófila se encuentran las especies *Hydrocotyle verticiliata*, *Hydrocoyle ranunculoides*, *Nymphae* sp, y *Potamogeton*, así como otra planta acuática de la Familia Compositae, la cual no se pudo identificar a género debido a que en todo el periodo de muestreo no presentaba inflorescencias.

### 3.- Proporción sexual

De los ocho muestreos realizados se obtuvieron un total de 330 ejemplares, que se agruparon de acuerdo a su condición sexual y desarrollo: macho FI, macho FII, hembras y juveniles (machos y hembras). De este total, 186 fueron machos (FI, FII y juveniles) y 144 hembras (adultas y juveniles) y la proporción sexual total durante todo el estudio fue de 1.29:1, machos-hembra. Sino se considera a los juveniles la proporción sexual sería: 1.9:1 machos- hembra.

Tabla 10.- Numero total de ejemplares recolectados por sexo y estado de desarrollo.

<i>Sexo y Forma</i>	<i>Numero de ejemplares</i>	<i>%</i>
Machos F1	45	13.63
Machos F2	50	15.15
Hembras	50	15.15
Juveniles machos	91	27.57
Juveniles hembras	94	28.48
Total	330	100

### 4.- Biometría de acociles

A continuación se presentan los valores de cada parámetro biométrico los cuales están expresados en milímetros.

#### 4.1.- Comparación de la Longitud Total (LT) de acociles por muestreo sin importar el sexo.

En el segundo muestreo (Junio 15) se obtuvo el promedio mayor de LT (60.92). Por otra parte, en el muestreo 7 (Septiembre 9) se obtuvo el valor promedio menor (23.35). Sin embargo, los valores absolutos mínimos (8.76 mm) y máximos (79.21 mm) fueron observados en el muestreo 3 y 4 (Tabla 11) respectivamente.

Tabla 11.- Valores promedio, mínimos y máximos de LT en *P. regiomontanus* por muestreo.

Muestreo	<i>n</i>	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
1 (Mayo 6)	20	56.504	7.212	43.98	75.06
2 (Junio 15)	27	60.929	7.206	35.69	77.12
3 (Julio 3)	47	38.497	18.871	8.76	68.85
4 (Julio 29)	34	50.109	19.126	23.26	79.21
5 (Ago 12)	70	31.134	15.232	10.00	70.00
6 (Ago 25)	49	32.285	16.363	15.00	70.00
7 (Sep 9)	37	23.351	8.172	10.00	42.00
8 (Sep 30)	46	30.456	14.918	11.00	70.00

#### 4.1.2.- Comparación del Peso (PT) de acociles por muestreo sin importar el sexo

Con respecto al peso en gramos (PT) de los ejemplares, para el segundo muestreo (Junio 15) se obtuvo el valor promedio mayor (9.618), y el promedio menor fue de 0.786 g para el séptimo muestreo (Sep 9) (Tabla 12). Es importante señalar que los valores mínimos y máximos correspondieron a 0.10 y 22.00 g.

Tabla 12.- Valores promedio, mínimos y máximos de PT en *P. regiomontanus* por muestreo.

Muestreo	<i>n</i>	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
1 (Mayo 6)	20	7.515	3.264	4.00	18.00
2 (Junio 15)	27	9.618	3.193	1.70	19.00
3 (Julio 3)	47	3.831	4.014	0.10	12.50
4 (Julio 29)	34	7.347	6.905	0.50	22.00
5 (Ago 12)	70	2.375	3.710	0.10	13.80
6 (Ago 25)	49	2.893	4.484	0.20	15.00
7 (Sep 9)	37	0.786	0.694	0.10	3.10
8 (Sep 30)	46	2.258	3.575	0.10	14.20

**4.1.3. Comparación de la Longitud de Cefalotórax (LC) de acociles por muestreo sin importar sexo.**

El valor promedio mayor de LC fue 31.185 mm para el muestreo dos (Junio15), y el valor promedio menor fue 13.540 mm, para el séptimo muestreo (Sep 9) (Tabla 13). Los valores mínimos y máximos para este parámetro se presentaron en el muestreo 3 (6.00) y 4 (40.00).

Tabla 13.- Valores promedio, mínimos y máximos de LC en *P. regiomontanus* por muestreo.

Muestreo	n	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
1 (Mayo 6)	20	29.050	3.482	23.00	38.00
2(Junio15)	27	31.185	3.475	19.00	39.00
3 (Julio 3)	47	20.276	9.073	6.00	35.00
4(Julio 29)	34	25.852	9.358	13.00	40.00
5 (Ago 12)	70	16.928	7.269	6.00	36.00
6 (Ago 25)	49	17.591	8.465	9.00	37.00
7 (Sep 9)	37	13.540	3.912	7.00	23.00
8 (Sep 30)	46	16.413	7.295	8.00	36.00

**4.1.4.-Comparación de la Longitud de Quela (LQ) de acociles por muestreo sin importar sexo.**

La Longitud de la Quela (LQ) presento el valor promedio máximo para el muestreo 2 (22.62) y el valor promedio menor fue en el muestreo 7 (5.891) (Tabla 14). Pero el valor absoluto mínimo de este parámetro fue observado en el muestreo 8 y el valor máximo para el primer y cuarto muestreo.

Tabla 14- Valores promedio, mínimos y máximos de LQ en *P. regiomontanus* por muestreo.

Muestreo	<i>n</i>	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
1 (Mayo 6)	20	17.500	7.082	11.00	36.00
2 (Junio 15)	27	22.629	6.777	12.00	35.00
3 (Julio 3)	47	11.361	7.233	2.00	30.00
4 (Julio 29)	34	17.911	11.524	5.00	36.00
5 (Ago 12)	70	8.414	5.852	2.00	31.00
6 (Ago 25)	49	10.122	8.335	3.00	31.00
7 (Sep 9)	37	5.891	1.997	3.00	11.00
8 (Sep 30)	46	7.976	4.624	0.90	21.00

#### 4.1.5. Comparación de Anchura abdominal (AAB) por muestreo sin importar el sexo.

En el segundo muestreo (Junio 15) se obtuvo el valor promedio máximo de la anchura abdominal (AAB) y en el muestreo 7 se observó el promedio menor de este parámetro (Tabla 15). Los mínimos y máximos de AAB correspondieron a los muestreos 3 y 5; y el sexto muestreo, respectivamente.

Tabla 15.- Valores promedio, mínimos y máximos de AAB en *P. regiomontanus* por muestreo.

Muestreo	<i>n</i>	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
1 (Mayo 6)	20	11.700	1.140	10.00	15.00
2 (Junio 15)	27	11.888	0.891	10.00	13.00
3 (Julio 3)	47	8.042	3.810	2.00	15.00
4 (Julio 29)	34	10.029	3.785	4.00	15.00
5 (Ago 12)	70	6.500	3.224	2.00	14.00
6 (Ago 25)	49	6.836	3.578	3.00	16.00
7 (Sep 9)	37	5.351	1.735	3.00	10.00
8 (Sep 30)	46	6.891	3.049	3.00	15.00

## 4.2.- Biometría de parámetros morfológicos por sexo.

Los siguientes análisis corresponden a las estadísticas descriptivas de los ejemplares recolectados por sexo.

### 4.2.1 Comparación de la Longitud total (LT) entre los sexos.

Los valores promedio de LT fueron diferentes entre los sexos, con un valor mayor en los machos FI (65.316 mm) (Tabla 16). Estos datos fueron analizados con una ANOVA y se determinó diferencias significativas entre los sexos ( $F= 516.68$ ;  $P<0.05$ ); y de acuerdo a la prueba de Duncan, estos valores fueron diferentes entre sí (Figura 5).

Tabla 16.- Valores promedio, mínimos y máximos de la Longitud Total (LT) por Sexo

\* Literales distintas corresponde a diferencia significativa.

Sexo	<i>n</i>	Promedio*	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Juveniles	185	22.915 <sup>a</sup>	6.139	8.76	35.00
Macho FI	45	65.316 <sup>b</sup>	6.400	52.27	79.21
Macho FII	50	49.530 <sup>c</sup>	9.546	35.00	65.00
Hembras	50	53.192 <sup>d</sup>	11.522	35.00	70.00

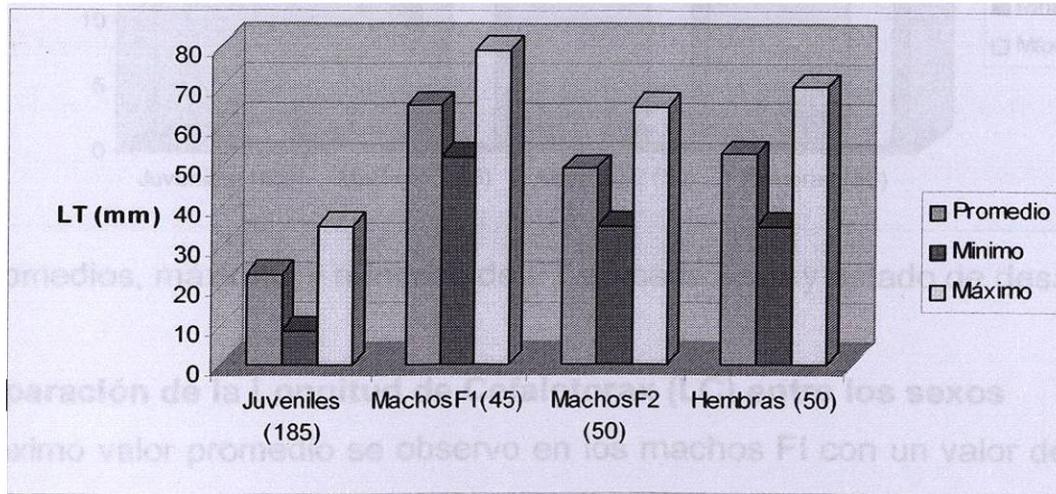


Figura 5.-Promedios, máximos y mínimos de LT en cada sexo y estado de desarrollo.

#### 4.2.2.- Comparación del Peso Total (PT) entre los sexos

Los valores promedio del Peso Total (PT) fueron mayores en los machos FI (12.311 g) (Tabla 17). De acuerdo al ANOVA hay diferencias significativas de este parámetro entre los sexos ( $F=328.83$ ;  $P<0.05$ ) y según la prueba de Duncan, los valores promedio de PT por sexo forman grupos diferentes (Figura 6).

Tabla 17.- Valores promedio, mínimos y máximos del Peso por Sexo

\*Literales distintas corresponde a diferencia significativa

Sexo	<i>n</i>	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Juveniles	185	0.641 <sup>a</sup>	0.387	0.10	1.70
Macho FI	45	12.311 <sup>b</sup>	3.713	7.00	22.00
Macho FII	50	5.464 <sup>c</sup>	3.309	1.00	13.50
Hembras	50	6.702 <sup>d</sup>	3.770	1.60	14.80

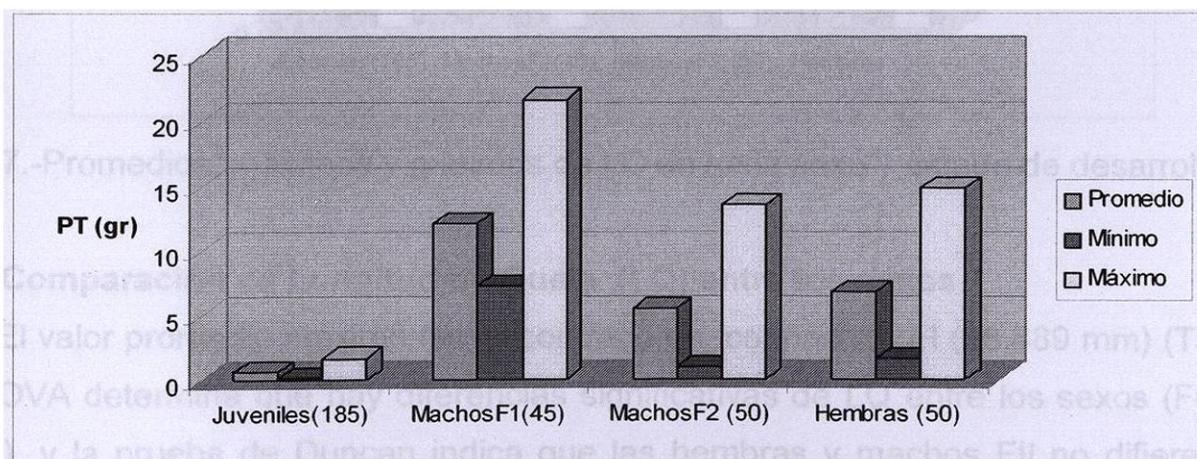


Figura 6.-Promedios, máximos y mínimos de PT en cada sexo y estado de desarrollo.

#### 4.2.3.- Comparación de la Longitud de Cefalotorax (LC) entre los sexos

El máximo valor promedio se observó en los machos FI con un valor de 33.622 mm (Tabla 18). De acuerdo a la ANOVA la LC presenta diferencias significativas entre los sexos ( $F=534.54$ ;  $P<0.05$ ) y la prueba de Duncan determina que los valores de LC forman grupos diferentes entre los sexos (Figura 7).

Tabla 18.- Valores promedio, mínimos y máximos de LC en *P. regiomontanus* por sexo

\*Literales distintas corresponde a diferencia significativa

Sexo	<i>n</i>	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Juveniles	185	12.918 <sup>a</sup>	2.835	6.00	19.00
Macho FI	45	33.622 <sup>b</sup>	2.987	27.00	40.00
Macho FII	50	25.440 <sup>c</sup>	4.754	14.00	34.00
Hembras	50	27.660 <sup>d</sup>	5.531	17.00	37.00

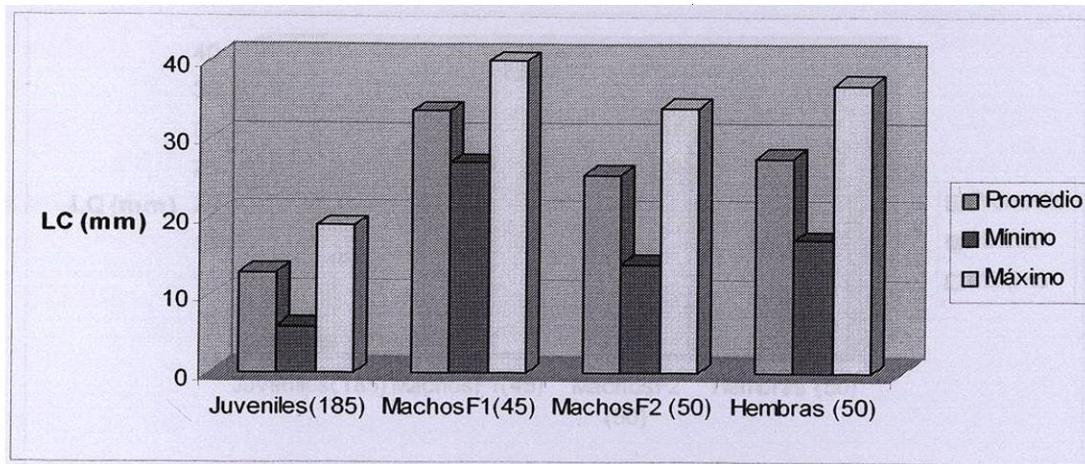


Figura 7.-Promedios, máximos y mínimos de LC en cada sexo y estado de desarrollo.

#### 4.2.4.- Comparación de Longitud de Quela (LQ) entre los sexos

El valor promedio máximo fue encontrado en los machos FI (28.889 mm) (Tabla 19). El ANOVA determina que hay diferencias significativas de LQ entre los sexos ( $F=700.22$ ;  $P<0.05$ ), y la prueba de Duncan indica que las hembras y machos FII no difieren en los valores de LQ, pero presentan diferencias significativas con los machos FI y los juveniles, que a su vez son diferentes entre si con respecto a LQ (Figura 8).

Tabla 19.- Valores promedio, mínimos y máximos de LQ en *P. regiomontanus* por sexo

\*Literales diferentes corresponde a diferencia significativa

Sexo	<i>n</i>	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Juveniles	185	5.713 <sup>a</sup>	1.863	0.90	12.00
Macho F1	45	28.889 <sup>b</sup>	3.220	23.00	36.00
Macho FII	50	14.400 <sup>c</sup>	5.329	6.00	29.00
Hembras	50	13.960 <sup>c</sup>	3.774	7.00	21.00

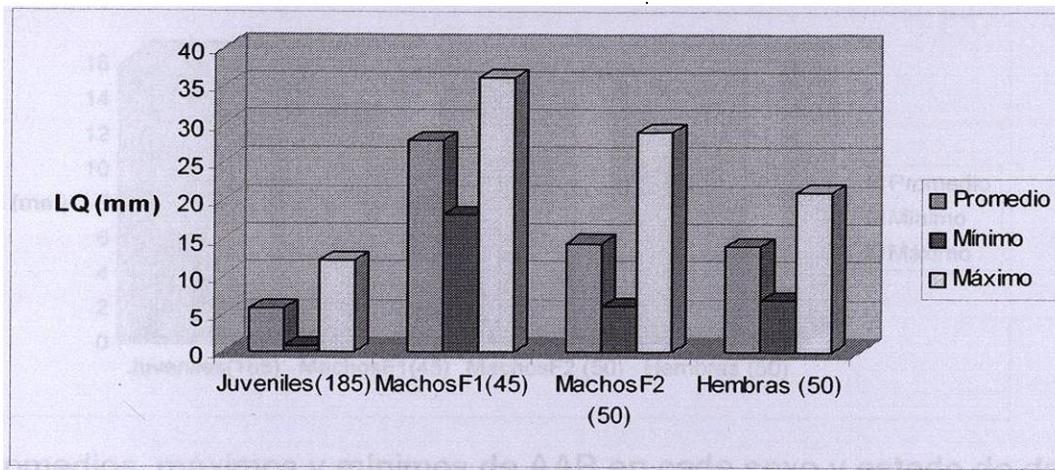


Figura 8.- Promedios, máximos y mínimos de LQ en cada sexo y estado de desarrollo

#### 4.2.5.- Comparación de la Anchura Abdominal (AAB) entre sexos.

Los valores promedio de AAB entre los sexos fueron diferentes de acuerdo a la ANOVA ( $F=382.92$ ;  $P<0.05$ ). Los machos F1 presentan el valor promedio mayor, sin embargo, los valores absolutos nos indican que las hembras presentan la mayor talla para AAB. La prueba de Duncan determinó que los valores promedio de AAB por sexo forman grupos diferentes entre sí (Figura 9).

Tabla 20.- Valores promedio, mínimos y máximos de AAB en *P. regiomontanus* por sexo

\*Literales distintas corresponde a diferencia significativa.

Sexo	n	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Juveniles	185	5.037 <sup>a</sup>	1.568	2.00	11.00
Macho FI	45	12.888 <sup>b</sup>	1.191	11.00	15.00
Macho FII	50	10.180 <sup>c</sup>	2.019	5.00	15.00
Hembras	50	11.160 <sup>d</sup>	2.288	7.00	16.00

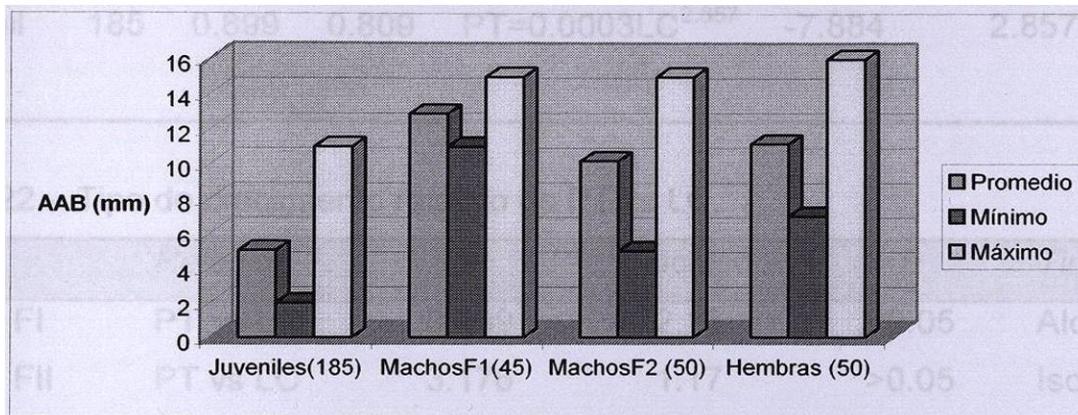


Figura 9.-Promedios, máximos y mínimos de AAB en cada sexo y estado de desarrollo

### 4.3.- Análisis de regresión de las variables morfométricas

#### 4.3.1.- Análisis de regresión de PT vs LC

Los análisis de regresión potencial de PT en función de LC fueron significativos en cada sexo (Tabla 21). El coeficiente de determinación fue mayor en las machos FI ( $r^2=0.974$ ). El crecimiento relativo de PT fue alométrico positivo para machos FI ( $t=2.13$ ;  $P<0.05$ ), mientras que el crecimiento de PT en machos FII, hembras y juveniles fue isométrico (Tabla 22) (Figura 10).

Tabla 21.- Parámetros de la regresión potencial de PT respecto a LC

Sexo	N	r	r <sup>2</sup>	Ecuación	Intercepto	b	Significancia
Macho FI	45	0.987	0.974	PT=0.0001LC <sup>3.169</sup>	-8.654	3.169	F=1606.77 P<0.05
Macho FII	50	0.950	0.903	PT=1.905LC <sup>3.176</sup>	-8.720	3.176	F=447.50 P<0.05
Hembra	50	0.985	0.970	PT=0.0001LC <sup>3.133</sup>	-8.628	3.133	F=1536.22 P<0.05
Juvenil	185	0.899	0.809	PT=0.0003LC <sup>2.857</sup>	-7.884	2.857	F=774.47 P<0.05

Tabla 22.- Tipo de crecimiento relativo de PT vs LC.

Sexo	Relación	b	t calculada	P	Tipo crecimiento
Macho FI	PT vs LC	3.169	2.13	<0.05	Alometría (+)
Macho FII	PT vs LC	3.176	1.17	>0.05	Isometría
Hembra	PT vs LC	3.133	1.66	>0.05	Isometría
Juvenil	PT vs LC	2.857	1.38	>0.05	Isometría

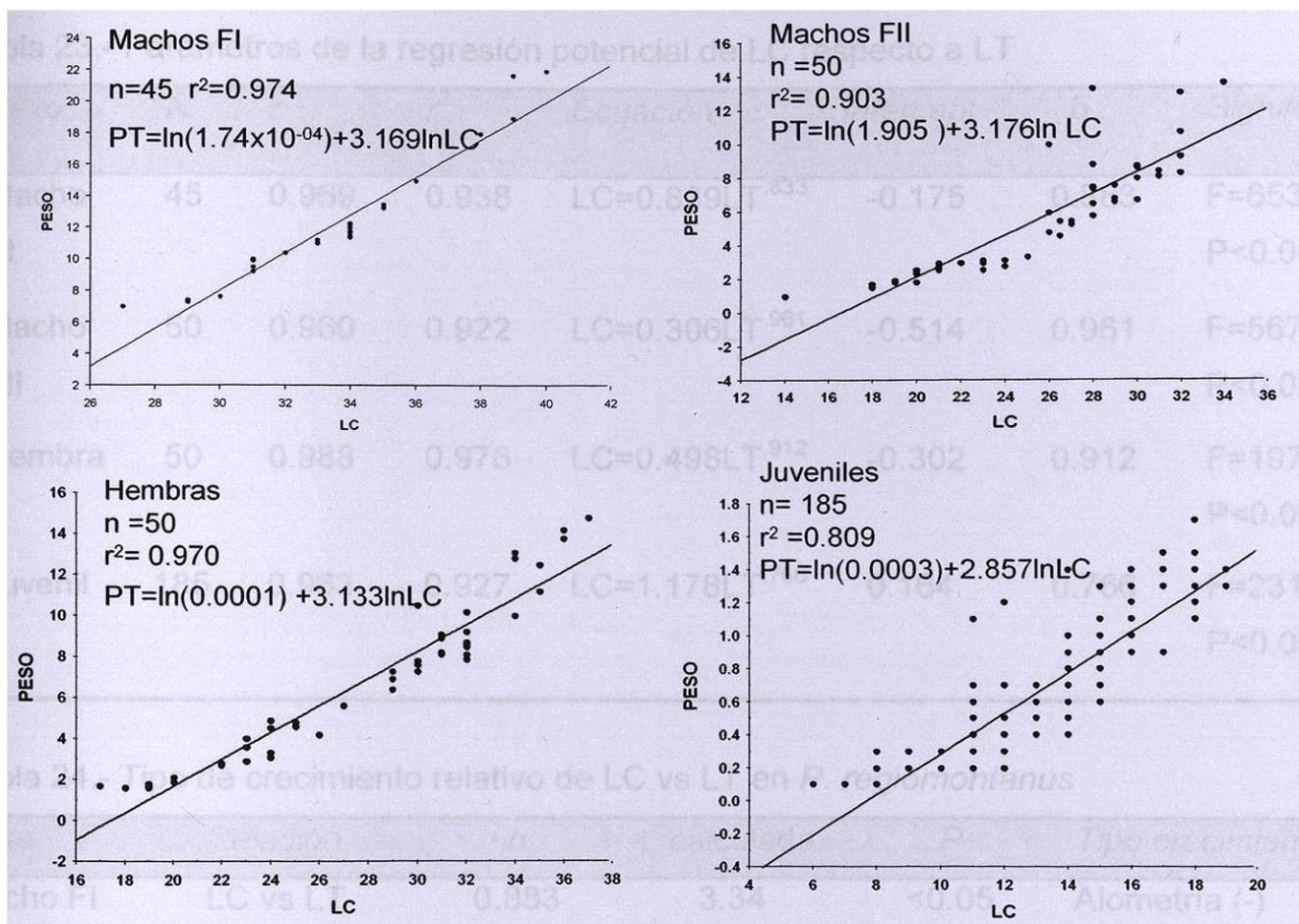


Figura 10.- Crecimiento alométrico por sexo de PT-LC

#### 4.3.2.- Análisis de regresión de LC vs LT

De acuerdo al análisis de regresión potencial de LC en función de LT indica que fue significativo para cada sexo (Tabla 23). El coeficiente de determinación fue más alto en hembras ( $r^2=0.976$ ). Utilizando los valores de coeficiente de regresión (b) se estimó que el crecimiento relativo de LC fue alométrico negativo para machos FI ( $t=3.34$ ;  $P<0.05$ ) y juveniles ( $t=14.62$ ;  $P<0.05$ ), y fue isométrico para machos FII y hembras (Tabla 24) (Figura 11).

Tabla 23.- Parámetros de la regresión potencial de LC respecto a LT

Sexo	N	r	r <sup>2</sup>	Ecuación	Intercept	b	Significancia
Macho FI	45	0.969	0.938	LC=0.839LT <sup>0.833</sup>	-0.175	0.883	F=653.36 P<0.05
Macho FII	50	0.960	0.922	LC=0.306LT <sup>0.961</sup>	-0.514	0.961	F=567.64 P<0.05
Hembra	50	0.988	0.976	LC=0.498LT <sup>0.912</sup>	-0.302	0.912	F=1974.29 P<0.05
Juvenil	185	0.963	0.927	LC=1.178LT <sup>0.766</sup>	0.164	0.766	F=2318.13 P<0.05

Tabla 24.- Tipo de crecimiento relativo de LC vs LT en *P. regiomontanus*

Sexo	Relación	b	t calculada	P	Tipo crecimiento
Macho FI	LC vs LT	0.883	3.34	<0.05	Alometría (-)
Macho FII	LC vs LT	0.961	0.97	>0.05	Isometría
Hembra	LC vs LT	0.912	4.19	>0.05	Isometría
Juvenil	LC vs LT	0.766	14.62	<0.05	Alometría (-)

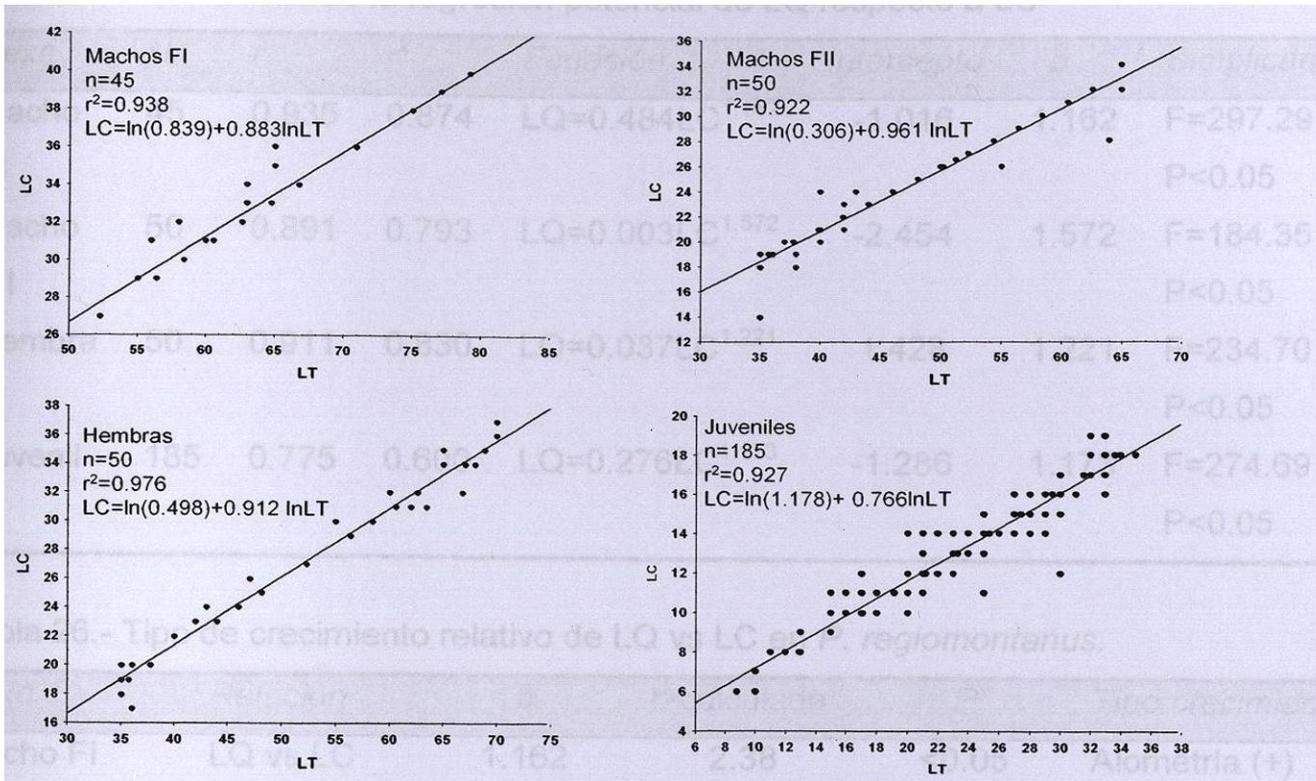


Figura 11.- Crecimiento alométrico por sexo de LC-LT.

#### 4.3.3.- Análisis de regresión de LQ vs LC

El análisis de regresión potencial de LQ en función de LC fue significativo en cada sexo (Tabla 25). El valor mas alto del coeficiente de determinación correspondió a los machos ( $r^2=0.874$ ). El crecimiento relativo de LQ respecto a LC indica que es alométrico positivo para machos FI ( $t=2.38$ ;  $P<0.05$ ), FII ( $t=4.93$ ;  $P<0.05$ ), hembras ( $t=2.76$ ;  $P<0.05$ ) y juveniles ( $t=2.43$ ;  $P<0.05$ ) (Tabla 26) (Figura 12).

Tabla 25.- Parámetros de la regresión potencial de LQ respecto a LC

Sexo	N	r	r <sup>2</sup>	Ecuación	Intercepto	b	Significancia
Macho FI	45	0.935	0.874	$LQ=0.484LC^{1.162}$	-1.016	1.162	F=297.29 P<0.05
Macho FII	50	0.891	0.793	$LQ=0.003LC^{1.572}$	-2.454	1.572	F=184.35 P<0.05
Hembra	50	0.911	0.830	$LQ=0.037LC^{1.221}$	1.428	1.221	F=234.70 P<0.05
Juvenil	185	0.775	0.600	$LQ=0.276LC^{1.173}$	-1.286	1.173	F=274.69 P<0.05

Tabla 26.- Tipo de crecimiento relativo de LQ vs LC en *P. regiomontanus*.

Sexo	Relación	b	t calculada	P	Tipo crecimiento
Macho FI	LQ vs LC	1.162	2.38	<0.05	Alometría (+)
Macho FII	LQ vs LC	1.572	4.93	<0.05	Alometría (+)
Hembra	LQ vs LC	1.221	2.76	<0.05	Alometría (+)
Juvenil	LQ vs LC	1.173	2.43	<0.05	Alometría (+)

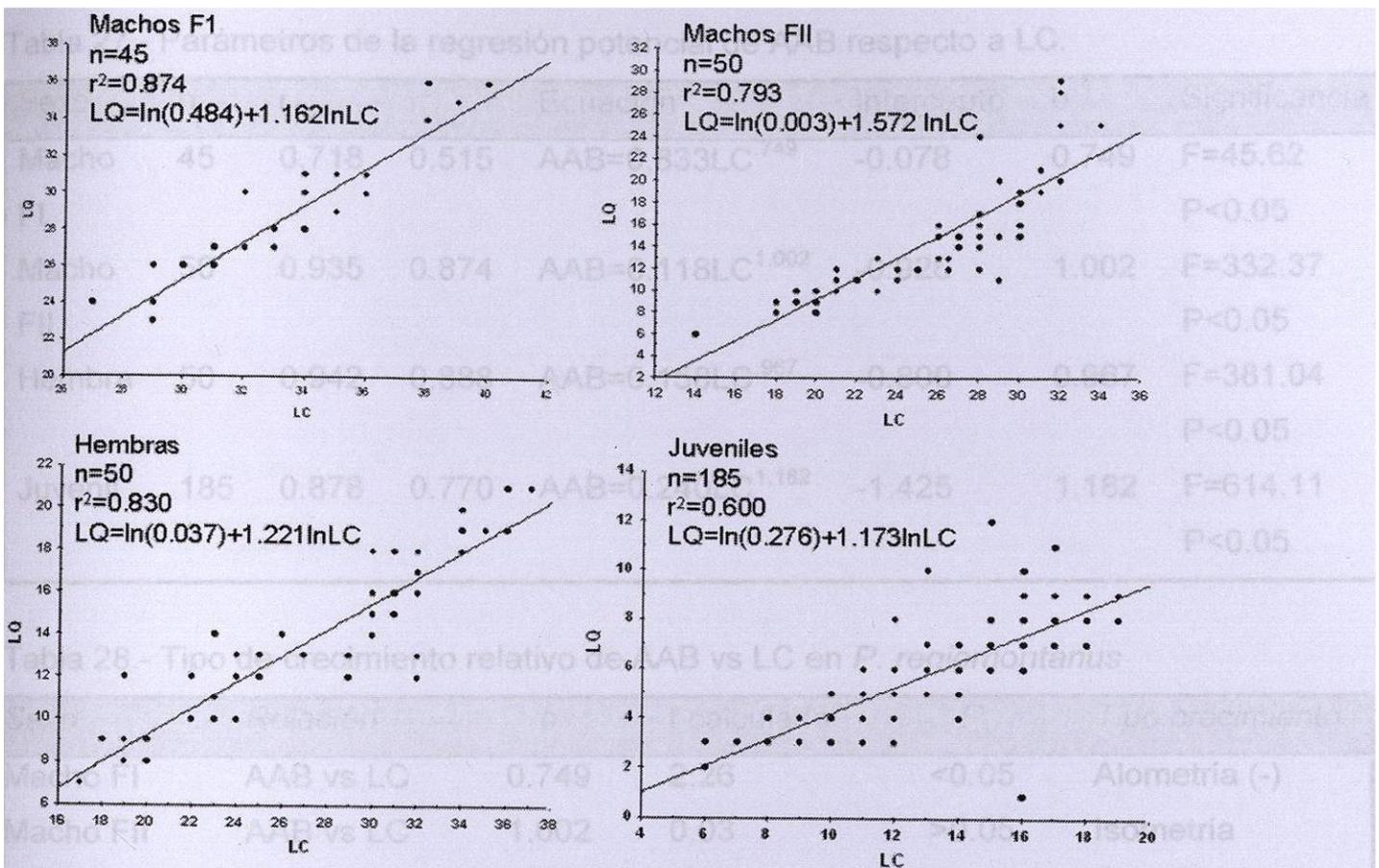


Figura 12.- Crecimiento alométrico por sexo de LQ-LC

#### 4.3.4.- Análisis de regresión de AAB vs LC

La relación de AAB con LC en cada uno de los sexos fue significativa de acuerdo al análisis de regresión potencial (Tabla 27). El valor máximo del coeficiente de determinación se presentó en las hembras ( $r^2=0.888$ ). Los valores de coeficiente de regresión (b) determinan que la AAB tiene una alometría negativa para machos FI ( $t=2.26$ ;  $P<0.05$ ) y juveniles ( $t=1.182$ ;  $P<0.05$ ), mientras que el crecimiento de este parámetro fue isométrico para machos FII y hembras (Tabla 28) (Figura 13).

Tabla 27.- Parámetros de la regresión potencial de AAB respecto a LC.

Sexo	n	r	r <sup>2</sup>	Ecuación	Intercepto	b	Significancia
Macho FI	45	0.718	0.515	AAB=0.833LC <sup>0.749</sup>	-0.078	0.749	F=45.62 P<0.05
Macho FII	50	0.935	0.874	AAB=0.118LC <sup>1.002</sup>	-0.926	1.002	F=332.37 P<0.05
Hembra	50	0.942	0.888	AAB=0.158LC <sup>0.967</sup>	-0.800	0.967	F=381.04 P<0.05
Juvenil	185	0.878	0.770	AAB=0.240LC <sup>1.182</sup>	-1.425	1.182	F=614.11 P<0.05

Tabla 28.- Tipo de crecimiento relativo de AAB vs LC en *P. regiomontanus*

Sexo	Relación	b	t calculada	P	Tipo crecimiento
Macho FI	AAB vs LC	0.749	2.26	<0.05	Alometría (-)
Macho FII	AAB vs LC	1.002	0.03	>0.05	Isometría
Hembra	AAB vs LC	0.967	0.66	>0.05	Isometría
Juvenil	AAB vs LC	1.182	3.79	<0.05	Alometría (-)

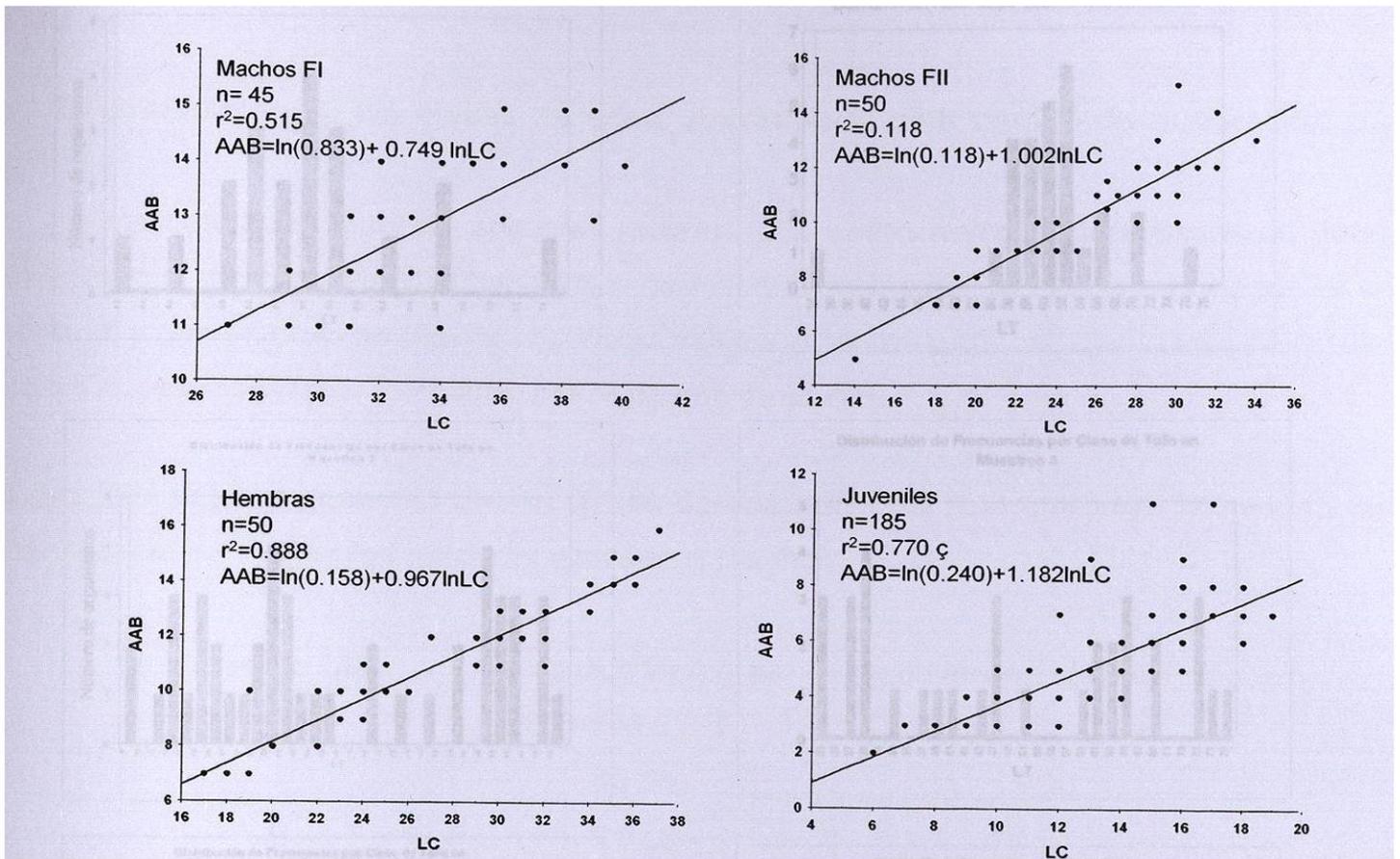


Figura 13.- Crecimiento alometrico por sexo de AAB-LC

## 5.- Distribución de frecuencias

### 5.1.-Distribución de frecuencias de talla (LT) por muestreo

Al agrupar los ejemplares recolectados por su talla, se observa que en el muestreo 1 y 2 los acociles presentaron una mayor frecuencia en las longitudes entre 50 a 70 mm. A partir del muestreo 3 se observa una dominancia (numérica) de acociles de tallas entre 10 a 30 mm. Esto fue debido al incluir mas métodos de recolección (trampeo, colecta manual y uso de redes tipo cuchara). Por esta razón para determinar las clases de edad en base a distribución de frecuencias se utilizó solamente datos de acociles juveniles.

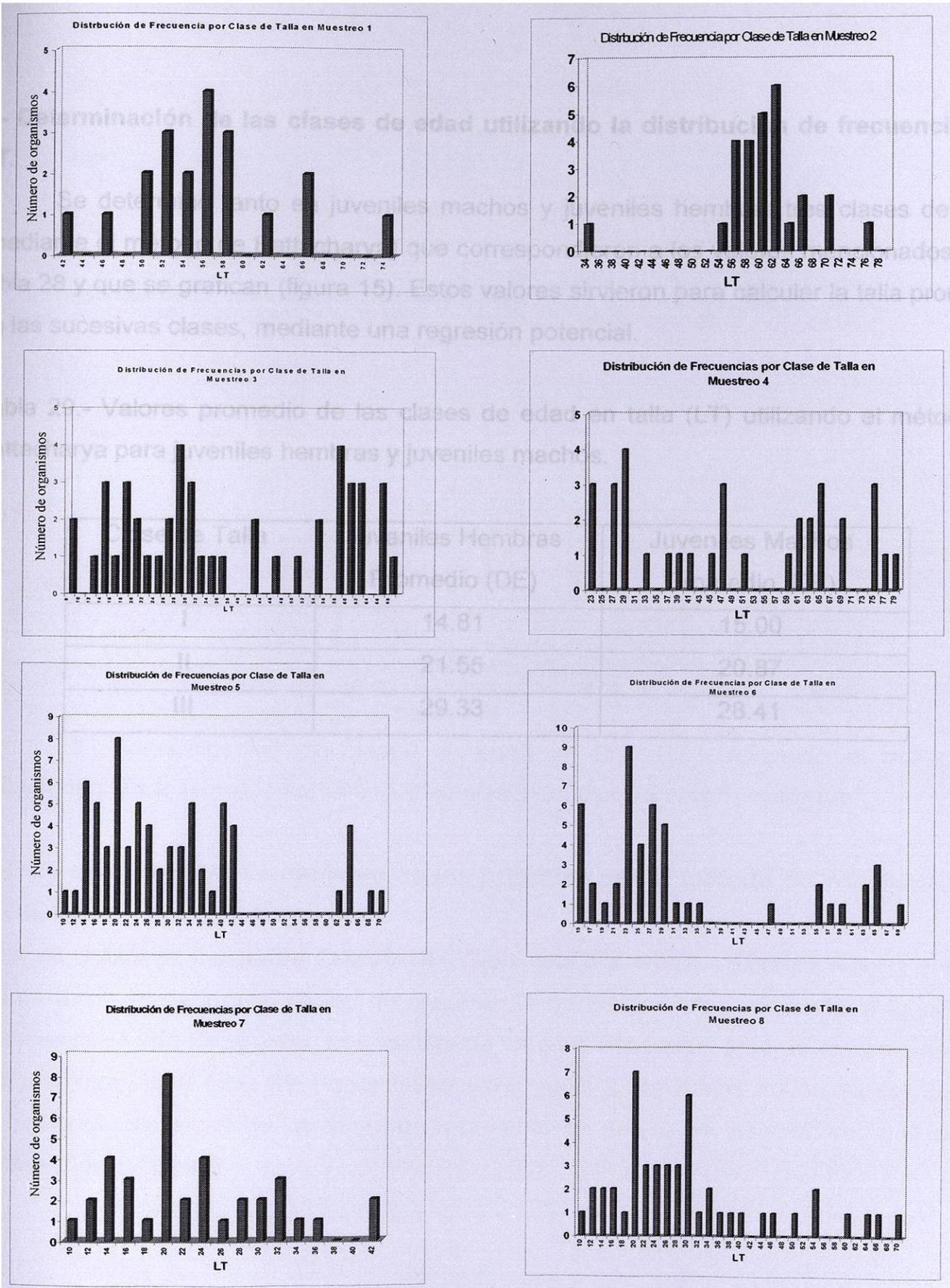


Figura 14.- Distribución de frecuencias por clase de talla

## 6.- Determinación de las clases de edad utilizando la distribución de frecuencias de LT.

Se determino tanto en juveniles machos y juveniles hembras tres clases de edad (mediante el método de Battacharya) que correspondieron a los valores mencionados en la tabla 28 y que se grafican (figura 15). Estos valores sirvieron para calcular la talla promedio en las sucesivas clases, mediante una regresión potencial.

Tabla 29.- Valores promedio de las clases de edad en talla (LT) utilizando el método de Battacharya para juveniles hembras y juveniles machos.

Clase de Talla (LT)	Juveniles Hembras Promedio (DE)	Juveniles Machos Promedio (DE)
I	14.81	15.00
II	21.55	20.87
III	29.33	28.41

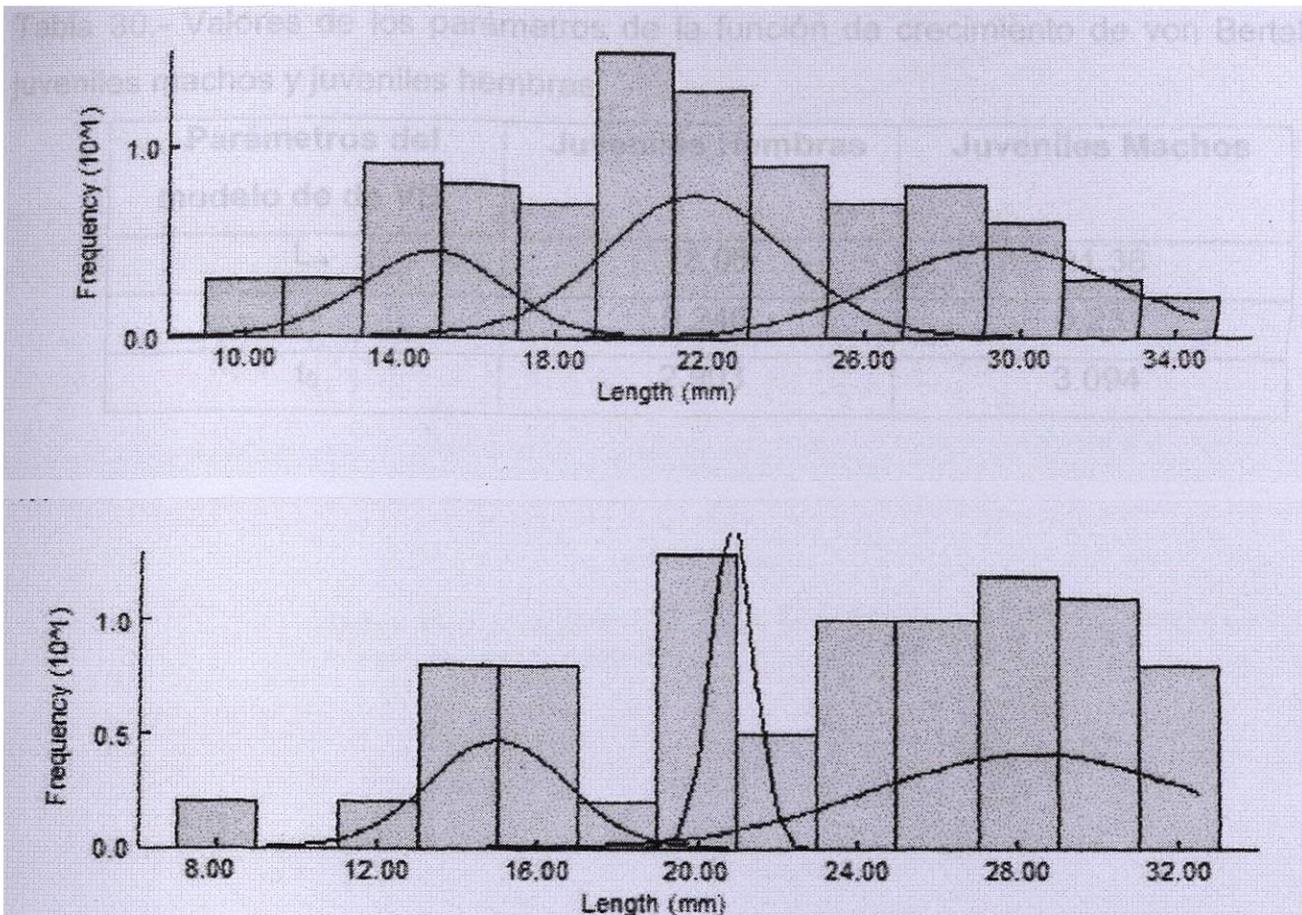


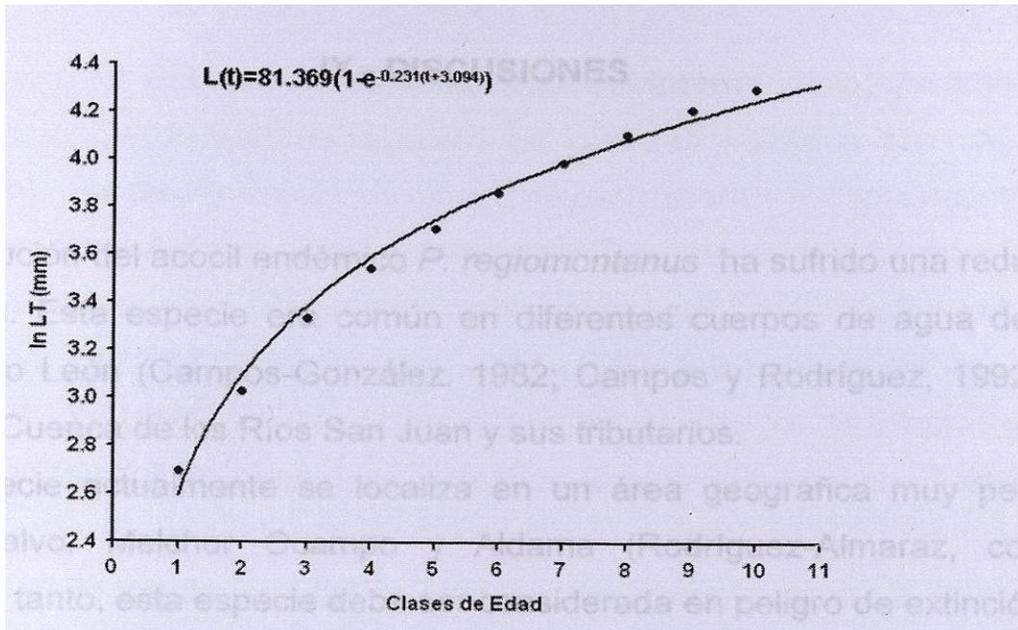
Figura 15.- Determinación de clases de edad en talla (LT) utilizando el método de Battacharya, para juveniles hembras y juveniles machos de *P. regiomontanus*

## 7.- Determinación del Crecimiento de los juveniles por el método de von Bertalanffy (1938).

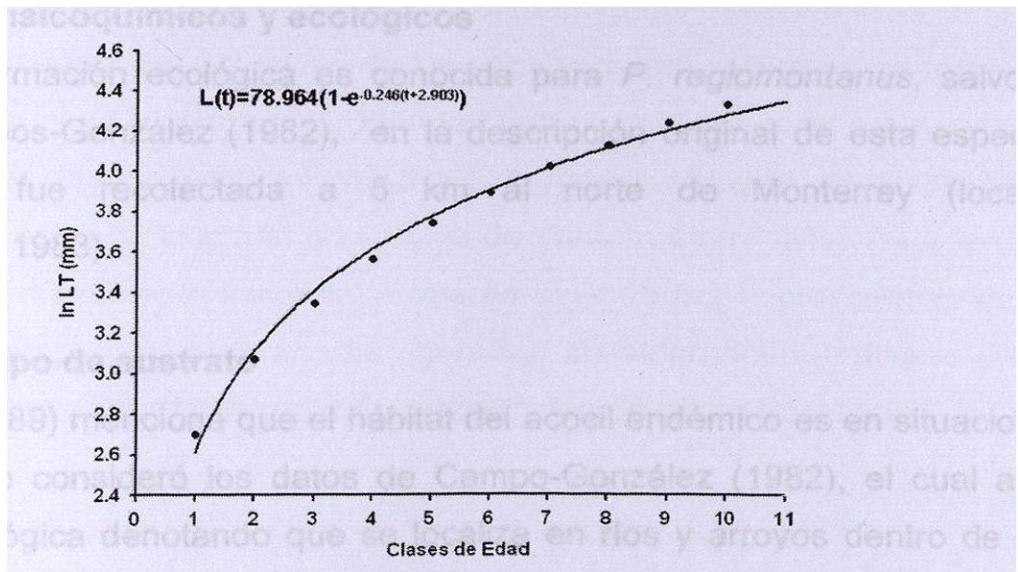
Al utilizar el programa FISHPARM (Nonlinear Parameter Estimation for Fisheries, versión 3.0T) se determinó el tipo de crecimiento de los juveniles utilizando la función de crecimiento de von Bertalanffy. Los valores de longitud asintótica, tasa de crecimiento ( $k$ ) y  $t_0$  se presentan en la tabla 29. Podemos observar que la  $L_{\infty}$  es mayor en los machos que en las hembras. Sin embargo, la tasa de crecimiento es mayor en las hembras que en los machos (figura 16 y 17).

Tabla 30.- Valores de los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy en juveniles machos y juveniles hembras.

<b>Parámetros del modelo de de VB</b>	<b>Juveniles Hembras</b>	<b>Juveniles Machos</b>
$L_{\infty}$	78.96	81.36
$k$	0.246	0.231
$t_0$	2.903	3.094



**Figura 16.- Crecimiento individual de juveniles machos utilizando el modelo de von Bertalanffy**



**Figura 17.- Crecimiento individual de juveniles hembras utilizando el modelo de von Bertalanffy**

## IX.- DISCUSIONES

### 1.- Distribución

La distribución del acocil endémico *P. regiomontanus* ha sufrido una reducción en los últimos 20 años. Esta especie era común en diferentes cuerpos de agua del centro del estado de Nuevo León (Campos-González, 1982; Campos y Rodríguez, 1992), donde se localizaba en la Cuenca de los Ríos San Juan y sus tributarios.

Esta especie actualmente se localiza en un área geográfica muy pequeña, que incluye a Cerralvo, Melchor Ocampo y Aldama (Rodríguez-Almaraz, comunicación personal). Por lo tanto, esta especie debe ser considerada en peligro de extinción, tomando los criterios de Taylor *et al.*(1996), Taylor (2002) y el Método de Evaluación de Riesgo de las Especies (INE, 2005), por esta razón que en este estudio presentamos una propuesta para la conservación y declaración del peligro de extinción de la especie *P. regiomontanus*

### 2.- Parámetros fisicoquímicos y ecológicos

Poca información ecológica es conocida para *P. regiomontanus*, salvo el estudio hecho por Campos-González (1982), en la descripción original de esta especie solo se menciona que fue recolectada a 5 km al norte de Monterrey (localidad tipo) (Villalobos, 1955; 1983).

#### 2.1.- Hábitat y Tipo de sustrato

Hobbs (1989) menciona que el hábitat del acocil endémico es en situaciones lólicas y lénticas, pero no consideró los datos de Campos-González (1982), el cual aporta mayor información ecológica denotando que se localiza en ríos y arroyos dentro de su rango de distribución histórica. En el Parque "El Sabinal", se localizan pequeños arroyos que se conectan entre si donde el tipo de sustrato principalmente es fangoso, salvo zonas de corrientes donde se observó material pedregoso. Huner & Barr (1984) y Huner (1990) mencionan que los acociles ocupan una variedad de ambientes acuáticos (lólicos y lénticos), incluyendo ambientes hipogeos.

En el Parque El Sabinal, el sustrato está compuesto de arcilla-limo y migajón-arenoso, con presencia de materia orgánica en cantidad media a alta (de acuerdo al análisis de suelo). En las muestras de suelo migajón arenoso, se encontró la mayor densidad de animales, Arrignon cita a Nemi (1977) y ha señalado que las mayores densidades de animales eran observadas sobre sustratos compuestos por guijarros o gravosos-arenosos. Por otra parte Kershner *et al.* (1995) hace referencia que los acociles que usan hábitat de guijarros y arenosos, tienen un riesgo de depredación mayor comparado con el hábitat de macrofitas y detritus, donde que no tienen tanto riesgo de depredación.

El pH del suelo fue de 7.91-8.77, estos valores fueron mayores a los recomendados para el cultivo de acociles como *P. clarkii*, donde el suelo debe tener un pH de 6-7 (Romaine, 1986). Este tipo de sustrato permite la formación de madrigueras principalmente en las orillas de los cauces. De acuerdo a Hobbs (1984), los acociles del subgénero Girardiella que incluye a *P. regiomontanus*, es común que construya madrigueras. Campos-González (1982) menciona que *P. regiomontanus* es un enmadrigador secundario.

Se observó a lo largo del cauce de los arroyos materia alóctona aportada por ramas y hojas de los sabinos (*Taxodium mucrunatum*), que caen al lecho de estos cuerpos de agua y que contribuyen con el ciclo microbioal de nutrientes. A este respecto, Momot (1990) menciona que el material alóctono contribuye de manera significativa para la formación del sustrato para el crecimiento microbioal y que es ingerido por microinvertebrados, que a su vez es alimento disponible para acociles que son considerados omnívoros (Momot, 1990; Huner, 1990; Lodge *et al.*, 1994) pero con tendencias de una alimentación de origen animal (Momot, 1995).

## **2.2.- Temperaturas, oxígeno y pH**

Los acociles se distribuyen tanto en latitudes templadas como tropicales (Hobbs, 1988; Taylor *et al.*, 1996; Taylor, 2002). Las especies mexicanas se localizan tanto en regiones neárticas como tropicales (Taylor *et al.*, 1996); Villalobos-Hiriart *et al.*, 1993). *P. regiomontanus* es una especie de afinidad neártica, sin embargo, los sitios donde se localizaban anteriormente y los actuales presentan notables oscilaciones de temperatura a lo largo de las estaciones anuales.

La temperatura media anual que se presenta en el municipio de Cerralvo es de 27°C, con rangos de temperatura de 0°C a 45°C (INEGI, 1986). Durante este estudio la temperatura ambiental se presentó entre los 26°C y 37°C. Los valores mínimo (23°C) y máximo (26°C) de la temperatura del agua fueron óptimos y con un promedio de 25.4°C, Auvergne (1982) menciona que los ejemplares de *Procambarus sp* exigen aguas cálidas que van de 22°C a 26°C, y estas son consideradas para la actividad metabólica, crecimiento de juveniles, eclosión y muda pero pueden soportar habitualmente temperaturas de 30°C.

En condiciones de cultivo para *P. clarkii*, la reducción de O<sub>2</sub> y el hacinamiento son dos factores críticos (Avault *et al.*, 1974). Las lecturas de oxígeno obtenidas en los diferentes sitios de muestreo durante este estudio oscilaron entre 2.94 a 5.77 mg/l, donde en el muestreo 5 (Agosto 12) fue ligeramente bajo (2.94) esto debido a las lluvias presentadas durante el mes y/o al aumento de la temperatura ambiental, que esto a la vez ocasiona estrés en los organismos (Avault Jr. *et al.*, 1974).

En otros estudios se señala que los valores inferiores a 3 ppm causan estrés y mortalidad (Avault Jr. *et al.*, 1974; Romaire, 1986). La tolerancia de este parámetro varía entre las especies (Auvergne, 1982; Huner, 1986), por ejemplo, *P. clarkii* es tolerante a bajas de oxígeno tanto en condiciones de cultivo y ambientes silvestres (Huner & Barr, 1984; Hobbs, 1984; Romaire, 1986). Otro dato interesante es que si el oxígeno está por debajo del óptimo los acociles pueden salirse del agua y treparse entre la vegetación riparia (Huner & Barr, 1984), y pueden tomar oxígeno atmosférico (Huner, 1994). Además, la tolerancia a este factor puede estar influido por la edad de los acociles, por ejemplo, juveniles (9-12 mm) de *P. clarkii* son menos tolerantes a cambios abruptos en el oxígeno que organismos de mayor edad (Melancon Jr. & Avault Jr., 1976). Durante el monitoreo de la población de *P. regiomontanus* observamos que los juveniles se localizaban preferentemente en áreas con corrientes de agua rápidas.

El acocil rojo *P. clarkii* bajo condiciones de cultivo, los estanques deben tener un pH entre 6.5 a 8.5, valores mayores o menores pueden ser letales (Romaine, 1986; Huner, 1994). El valor del pH observado en los diferentes sitios de muestreo está dentro de estos rangos (7.2 a 7.5).

### **2.3.- Morfometría de arroyos y presencia o ausencia de vegetación acuática.**

Los arroyos que componen el ambiente acuático del Parque “El Sabinal”, presentaron diferentes formas y profundidades a lo largo de muestreo. Estas condiciones fueron modificadas por la presencia o ausencia de lluvias. Las profundidades mínimas y máximas fueron de 15 a 69 cm. La anchura y profundidad se dan como menciona González (1998) por el balance entre los procesos de erosión, transporte y sedimentación, lo que da lugar a distintas formas, tamaños, velocidades de la corriente y profundidades. En algunos sitios se caracterizaron por presentar remansos y otros como rápidos. Sin embargo, esta variación no afecta a la población de *P. regiomontanus* del parque “El Sabinal”, porque es una especie que vive en condiciones lénticas y lólicas (Hobbs, 1984; 1989).

Un factor que puede afectar a estas poblaciones es el aporte del agua, por ejemplo, gran suministro de agua al interior del parque (en particular después de las lluvias) produce corrientes rápidas (4.5 cm/s), que beneficia con la oxigenación del ambiente. Pero en condiciones de sequía (verano), el poco aporte de agua provoca una reducción del hábitat, poca oxigenación y acumulación de materia orgánica (tipo alóctono y autóctono). Bajo estas condiciones pueden presentarse enfermedades, parásitos y comensales que se alojan en el caparazón y branquias (Auvergne, 1982; Huner & Barr, 1984; Huner, 1994).

La vegetación sumergida era poca o en ocasiones escasa, ya que como hay abundante vegetación arbórea esta impide la entrada de energía luminosa. La presencia de vegetación riparia fue menor en cada estación, pero una función importante de ésta es que da mayor estabilización en las orillas del cauce o da cohesión al suelo a través del sistema radical y aumenta la resistencia a la erosión, debido a la velocidad de la corriente. Por último, en relación a la vegetación arbórea como los sabinos que se encontraban a lo largo del arroyo y todas las estaciones muestreados, González *et al.* (1998) dice que estos hacen que en general la anchura y profundidad sea mas pequeña, que los que están desprovistos de esta vegetación como también determina un sombreado al cauce de gran importancia ecológica puesto que controla el grado de insolación y régimen de temperaturas de la aguas.

### 3.- Fauna Asociada y Flora Presente

Los acociles son consumidos por invertebrados carnívoros, incluyendo acociles, y vertebrados (Nystrom, 2002). Los invertebrados depredadores impactan negativamente sobre la sobrevivencia y crecimiento de acociles (Huner & Barr, 1994). En este estudio se encontraron durante los muestreos, 7 géneros de insectos acuáticos, de los cuales cinco de ellos corresponden al grupo de los odonatos, que son considerados depredadores de una variedad de invertebrados, incluyendo los acociles (Huner & Barr, 1984; Hobbs III, 1993). Además, se encontró a la chinche acuática *Belostoma* considerada también depredador de acociles (Huner & Barr, 1984; Peckarsky *et al.*, 1990). Otro insecto acuático encontrado fue el coleóptero girinido *Dineutus* sp. con hábitos carnívoros (Merrit & Cummins, 1996). Otros depredadores comunes de acociles, tanto en condiciones de cultivo y ambientes silvestres, son los escorpiones del agua (*Ranatra* sp.), chinches notonectidas (*Notonecta* sp.) y arañas (*Dolomedes* sp.) (Huner & Barr, 1984), pero no fueron encontrados en los cuerpos de agua del Parque Sabinal. Estos insectos acuáticos afectan principalmente la sobrevivencia de acociles recién nacidos o juveniles en estanques de cultivo (Huner & Barr, 1984; Huner, 1994) y sin duda también tienen un efecto negativo en acociles residentes en cuerpos de agua naturales.

Otros depredadores de los acociles son los peces, aves, reptiles, anfibios y algunos mamíferos (Huner & Barr, 1984; Huner, 1994; Nystrom, 2002). Pero los peces son los depredadores más importantes de acociles, ya que influyen en la abundancia, conducta y crecimiento (Nystrom, 2002). Existe evidencias de la relación negativa entre la abundancia de peces y la abundancia de acociles tanto en lagos (Lodge & Hill, 1994) y ríos (Englund, 1999). En este estudio se encontró al characido *Astyanax mexicanus* y el poecilido *Xiphophorus helleri*, ambos potenciales depredadores de acociles. Los acociles, en particular los juveniles, responden a la actividad depredadora de peces, reduciendo su actividad y buscando refugio (Butler & Stein, 1985; Söderback, 1994). Los acociles adultos son menos afectados por peces (Nystrom, 2002). Durante el monitoreo de los acociles, los juveniles fueron encontrados en zonas de rápidos y entre vegetación acuática que les permitió protegerse de peces depredadores, pero no de insectos acuáticos (odonatos).

Otros vertebrados observados en el Parque Sabinal, fueron los anfibios *Rana berlandieri* y *Bufo valliceps*, tanto larvas como adultos. Existen evidencias que anfibios

como *Rana catesbeiana* depreda acociles y es común en los alrededores de los estanques de cultivo (Crocker y Barr, 1968, Huner & Barr, 1984; Huner, 1994). La mayoría de los anfibios requieren de agua limpia para reproducirse, por lo tanto son indicadores potenciales en la calidad de agua (Lazcano *et al.*, 1995). La rana leopardo (*Rana berlandieri*) es una especie que se encuentra en estatus de protección especial dentro de la NOM-059-ECOL-1994 (INE, 2005).

Solamente se observo un ejemplar de la tortuga *Trachemys scripta*, que también es considerado depredador de acociles (Huner, 1994). La mayoría de las aves son potenciales depredadores de acociles (Huner & Barr, 1991; Huner, 1994). En este estudio solamente se observaron ejemplares de garzas (*Egretta* sp.) que es considerada como la principal ave depredadora de acociles y peces, lo cual nos indica que llegan al lecho del arroyo para alimentarse y buscar refugio, otras aves como halcones, patos y gansos pueden representar un problema para los que cultivan acociles (Huner, 1984).

En el interior del parque han sido reportados 5 especies de mamíferos terrestres, de las cuales los mapaches (*Procyon lotor*) y los tlacuaches (*Didelphys virginiana*) son considerados depredadores de acociles (Huner, 1994). Los tejones (*Taxidea taxus*) y el zorrillo (*Mephitis macrura*) son también especies depredadoras, las cuales probablemente dentro de su dieta incluyan a los acociles. Aunque no fueron avistados ninguno de estos mamíferos durante el muestreo, se observaron huellas de estos impresas en el substrato fangoso adyacente a los cuerpos de agua y también se observo restos de acociles que fueron depredados por estos mamíferos, dejando intacta la región del cefalotórax y las quelas. En áreas someras de estanques de cultivo de acociles, los mapaches causan una baja mortalidad tanto de juveniles y adultos (Nystrom, 2002). Nosotros solo observamos restos de acociles adultos, tal vez ejemplares de menor talla por su consistencia suave son totalmente devorados por alguno de estos mamíferos.

Tanto las especies de insectos acuáticos y peces encontradas en el Parque Sabinal, son depredadoras potenciales de acociles, sin embargo, los acociles tienen un papel politrófico en los ecosistemas acuáticos donde residen (Huner & Barr, 1984; Momot, 1995, Lodge *et al.*, 1994), alimentándose de una variedad de materia vegetal y animal, constituyendo la proteína animal la mas importante para su sobrevivencia y crecimiento (Momot, 1995). Por lo tanto, estos depredadores pueden constituirse en presas de los

acociles. Aunado a esto, otro factor biótico que afecta la sobrevivencia de acociles es el canibalismo, que se puede presentar cuando la disponibilidad de alimento es insuficiente (Dong & Polis, 1992) y se asocia también con poblaciones densas de acociles (Abrahamsson, 1966). Generalmente el canibalismo esta dirigido a organismos juveniles o recién mudados (Nystrom, 2002). Depredación intraespecifica no fue observada en campo, pero en condiciones de laboratorio se mantuvieron ejemplares del acocil endémico *P. regiomontanus* en peceras de 6 galones, donde fue común observar canibalismo dirigido principalmente hacia organismos de talla menor y recién mudados.

La flora asociada observada y documentada por los administradores del parque en el área descrita, fue mayormente Bosque de galería predominando los sabinos (*Taxodium mucrunatum*) donde estas agrupaciones arbóreas heterogéneas que también incluyen fresnos (*Fraxinus sp*), entre otros árboles, pueden alcanzar hasta 40 m de altura, su hoja generalmente es decidua y sus árboles están esparcidos irregularmente y que se desarrollan a lo largo de corrientes de agua mas o menos permanentes (Rzedowski, 1978). En las cuales Auvergne (1982) menciona que varias especies de camarinos construyen madrigueras en las raíces de estos árboles.

#### **4.- Proporción sexual**

Muchas poblaciones de acociles tienen una proporción sexual igual o uniforme. Sin embargo, una proporción uniforme puede ser oscurecida por las diferencias estacionales en actividad y capturabilidad. La proporción reducida de hembras de acociles capturadas por trampeo, se presenta en estaciones reproductivas, ya que estas permanecen ocultas o tienen poca actividad alimenticia (Huner & Barr, 1984; Rodríguez-Almaraz, 1992; Reynolds, 2002) y los machos presentan una mayor actividad y búsqueda de alimento, y son más susceptibles a su captura por la atracción hacia los cebos (Momot *et al.*, 1990). En especies de astácidos, como *Astacus astacus* la proporción sexual se ha reportado mayor o igual para los machos (Mackeviciene, 1999; Nelly, 1999). En los cambáridos, grupo al que pertenece la especie *P. regiomontanus*, también se menciona una proporción sexual uniforme (Reynolds, 2002), como en poblaciones de *P. clarkii* en estanques de cultivo (Huner y Avault, Jr., 1976). Pero en esta misma especie se ha registrado una ligera mayor proporción de machos (Frutiger *et al.*, 1999; Rodríguez-Almaraz, 1992). En este estudio, también la proporción

sexual fue mayor en los machos (1.9:1). En otras poblaciones de acociles mexicanos, Gutiérrez-Yurrita & Latournerié-Cervera (1999), encontraron que *P. bouvieri* presenta una proporción sexual anual de 0.99:1 (machos: hembras) y en *P. digueti* de 1.04:1 (machos: hembras).

## 5.- Biometría

En los decápodos, el crecimiento alométrico de diferentes partes del cuerpo es frecuentemente relacionado a los cambios morfológicos a través de la ontogenia (Hartnoll, 1978). El proceso de muda impide observar la ontogenia y frecuentemente hay amplias diferencias en las tasas de crecimiento entre hembras y machos (Kobayashi, 2002).

Los estudios de la variación morfológica de los acociles a través de su rango geográfico o de poblaciones aisladas de acociles, podría proveer información de la respuesta de adaptación a una presión de selección localizada (Lutz & Wolters, 1995). Además, Agelbery (1987), soporta la hipótesis que la variación morfológica dentro de las especies de acociles es genéticamente determinado. Por ejemplo, los machos FI se caracterizan por tener la LT, LC y PT mayor que los machos FII, hembras y juveniles. Lo anterior se puede relacionar con las tasas de crecimiento diferencial entre los sexos y la reproducción podría ser uno de los factores determinantes para la variación del crecimiento (Negreiros-Franozo *et al.*, 2003; Hartnoll, 1982; Lee & Hsu, 2003; Kobayashi, 2002). En este estudio, los machos FI también presentaron los valores máximos de PT con respecto al resto de los sexos. Esta variación se puede atribuir al contenido relativo de agua en los tejidos y peso del exoesqueleto, lo cual es el resultado de las diferencias del estado de madurez y factores ambientales como dureza del agua y suelo (Gutiérrez-Yurrita & Montes, 1999). Pero además hay que considerar la contribución de la biomasa de las quelas, como en el caso de *P. clarkii*, donde se ha determinado un crecimiento alométrico positivo (Romaine *et al.*, 1976; Correia, 1992). La relación PT-LC presento esta misma alometría en los machos FI y para machos FII, hembras y juveniles fue isométrico Correia (1992), registra un crecimiento isométrico para juveniles de *P. clarkii*. En las especies mexicanas *P. digueti* y *P. bouvieri*, el peso presenta un crecimiento isométrico en la estación más calida y alométrico en la más fría (Gutiérrez-Yurrita & Lautomerié-Cervera, 1999).

En acociles el dimorfismo sexual de los caracteres sexuales secundarios llega a ser aparente solamente en la madurez, ya que las quelas de los machos y abdomen en hembras, crecen más rápido que otras partes del cuerpo (Rhodes & Holdich, 1979). Por lo tanto, la importancia de la dimensión de las quelas caracteriza el dimorfismo sexual o para estudiar las tallas de madurez sexual (Hartnoll, 1974, 1982). Esto se debe al crecimiento disproportional y rápido de las quelas en los machos comparado con las hembras (Austin, 1994 H28).

En los resultados obtenidos, LQ fue significativamente mayor en los machos FI que en el resto de la población. Sin embargo, al determinar el crecimiento alométrico de LQ fue positivo ( $b > 1$ ) en todos los sexos. En *Astacus astacus*, los machos son más pesados que las hembras en todas las clases de edad, debido al efecto del peso de la quela (Lindqvist & Latí, 1983).

La anchura abdominal es un parámetro biométrico importante para caracterizar el dimorfismo sexual en los acociles. Por ejemplo, Burba *et al.* (1999), encontró diferencias significativas en la anchura abdominal con respecto al sexo en *Astacus* y *Orconectes*. En otro estudio, Lindqvist & Latí (1983), encontraron este mismo resultado donde la anchura abdominal de *Astacus astacus* fue mayor en las hembras. Esto se relaciona con el llevado de los huevecillos (Hartnoll, 1982). En nuestro estudio, el crecimiento de AAB fue isométrico en hembras y machos FII. Alometría negativa se presentó en machos FI y juveniles. No obstante, de no presentar alometría positiva las hembras en este parámetro, como en otros estudios. Existió una diferencia en el tipo de crecimiento con respecto a la forma activa de los machos.

## 6.- Crecimiento

En la determinación de la tasa de crecimiento solamente se considero los datos de LT de juveniles (<35 mm), la razón principal fue la abundancia y disponibilidad de estos en cada muestreo. La captura de adultos utilizando trampas o de manera manual no produjeron suficientes organismos para el cálculo de la edad y el seguimiento de las clases de edad. Uno de las limitantes para el análisis de la edad utilizando adultos de diferente edad, es el traslape en las cohortes de talla. Por ejemplo, en la determinación del

crecimiento de *Cherax quadricarimatus* mediante la ecuación de von Bertalanffy, se utilizó organismos menores de 14 meses de edad (Beatty *et al.*, 2005).

La tasa de crecimiento fue mayor en las hembras juveniles ( $k=0.246$ ) que en los machos juveniles ( $k=0.231$ ), sin embargo la longitud asintótica fue mayor en este ultimo caso (81.36 mm). No existen datos sobre el crecimiento de *P. regiomontanus*. Pero en otros cambáridos, como *P. clarkii* se ha reportado valores de  $k$  entre 0.05 y 0.41, y  $L_{\infty}$  entre 46.8 a 123.2 mm, que depende del sexo y factores ambientales, como el hábitat (Chien & Avault, 1980, 1983; Rodríguez-Almaraz & Compeán-Jiménez, 1991; Gutiérrez-Yurrita & Montes, 1999). Gutiérrez-Yurrita y Latournerié-Cervera (1999), estimaron en *P. bouvieri* y *P. digueti*, especies de la vertiente Pacífica de México, la  $L_{\infty}$  y  $k$  donde *P. digueti* presentó la máxima longitud asintótica (88.36 mm) y el coeficiente crecimiento ( $k$ ) mayor (0.635). De acuerdo a Chien & Avault (1983), un valor alto de  $k$  significa una longitud asintótica menor, que coincide en nuestro estudio, pero no en lo registrado por Gutiérrez-Yurrita & Latournerié-Cervera (1999).

La LT máxima observada en machos FI y hembras adultas fueron 79.21 y 70 mm, respectivamente. Estos valores son cercanos a  $L_{\infty}$  calculadas para ambos sexos por medio de la ecuación de von Bertalanffy. Otra forma de calcular la  $L_{\infty}$  es por la ecuación de Taylor (1962) ( $L_{\infty}=L_{\text{máx}}/0.95$ ), y de acuerdo a esta ecuación la  $L_{\infty}$  para machos y hembras corresponden a 83.3 y 73 mm, respectivamente.

## X.- CONCLUSIONES

### 1.- Distribución, parámetros fisicoquímicos, fauna y flora presente

- *Procambarus regiomontanus* se localiza en un área geográfica muy pequeña, que incluye a Cerralvo, Parás, Melchor Ocampo y Aldama, en el estado de Nuevo León
- *P. regiomontanus* habita en substratos de arcillo-limo y/o migajón arenoso-pedregoso, cerca de la orilla, entre la poca vegetación acuática así como zonas de poca corriente o rápidos. El pH del suelo fue de 7.91-8.77, ligeramente altos a los valores recomendados para el cultivo de acociles como *P. clarkii*.
- Estos acociles forman madrigueras principalmente en las orillas de los cauces de substrato arcillo-limo.
- La temperatura ambiental osciló de 26 a 37°C. La temperatura del agua registro valores de 23.4°C a 26.6°C óptimos para el crecimiento y actividad metabólica. De tal modo el oxígeno osciló entre 2.94 mg/l hasta 5.77 mg/l.
- Por otra parte el pH del agua registrado se mantuvo constante de 7.2-7.5 dentro del rango óptimo.
- Los arroyos dentro del parque "El Sabinal" presentaron diferentes formas y profundidades a lo largo de muestreo, debido a las lluvias presentadas y a los procesos de erosión, transporte y sedimentación.
- Se presentó diversidad de invertebrados como vertebrados, los cuales son depredadores en los ecosistemas acuáticos, y son una causa mortalidad de acociles.
- La flora que predominó fue el bosque de galería relictos con dominio de sabino (*Taxodium mucronatum*), los cuales sirven como refugio y protección para estos camarinos.
- Consideramos que debido al rango de distribución limitado de *P. regiomontanus*, así como los efectos antropogénicos (alteración y modificación de hábitat e introducción de especies) esta especie debe ser considerada como especie en peligro de extinción por la NOM059

## **2.- Proporción Sexual, Biometría y Crecimiento**

- La proporción sexual estuvo dominada por los machos en todos los muestreos.
- El crecimiento alométrico presentó diferencias de acuerdo al sexo.
- El crecimiento individual de acuerdo a la ecuación de von Bertalanffy fue mayor en los machos juveniles, pero con una tasa de crecimiento menor.

## XI.- PROPUESTA

PROPUESTA PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LISTA DE ESPECIES EN RIESGO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2001

Inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2001, una especie de Crustáceo Decápodo (acocil) como especie en peligro de extinción:

***Procambarus regiomontanus***

### NOMBRE CIENTÍFICO Y SINONIMIA

**Clasificación taxonómica siguiendo el criterio de Hobbs (1989), Martin & Davis (2001) y Taylor (2002).**

Grupo: Invertebrados

Phylum: Arthropoda

Subphylum Crustacea

Clase: Malacostraca

Subclase: Eumalacostraca

Superorden: Eucarida

Orden: Decapoda

Suborden: Pleocyemata

Infraorden: Astacidea

Superfamilia: Astacoidea

Familia: Cambaridae

Subfamilia: Cambarinae

Genero: *Procambarus* Ortmann, 1905

Subgénero: *Girardiella* Lyle, 1938

Especie: *regiomontanus* (Villalobos, 1954)

Descriptor: Villalobos (1954)

Nombre Común: Acocil regio

Categoría Actual: No existe

Categoría Propuesta: En Peligro De Extinción

**Sinonimia:**

*Procambarus (Girardiella) simulans regiomontanus* (Villalobos, 1954)

*Procambarus (Girardiella) simulans regiomontanus* (Villalobos, 1955)

*Procambarus (Girardiella) simulans regiomontanus* Hobbs, (1972)

*Procambarus (Girardiella) regiomontanus* Hobbs & Robinson, 1988

*Procambarus (Girardiella) regiomontanus* Hobbs, 1989

Nombre Común: acocil, cangrejo de agua dulce, crayfish.

Se hace la solicitud para incluir a *Procambarus regiomontanus* como especie en peligro de extinción de acuerdo al Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER), el cual se resume a continuación:

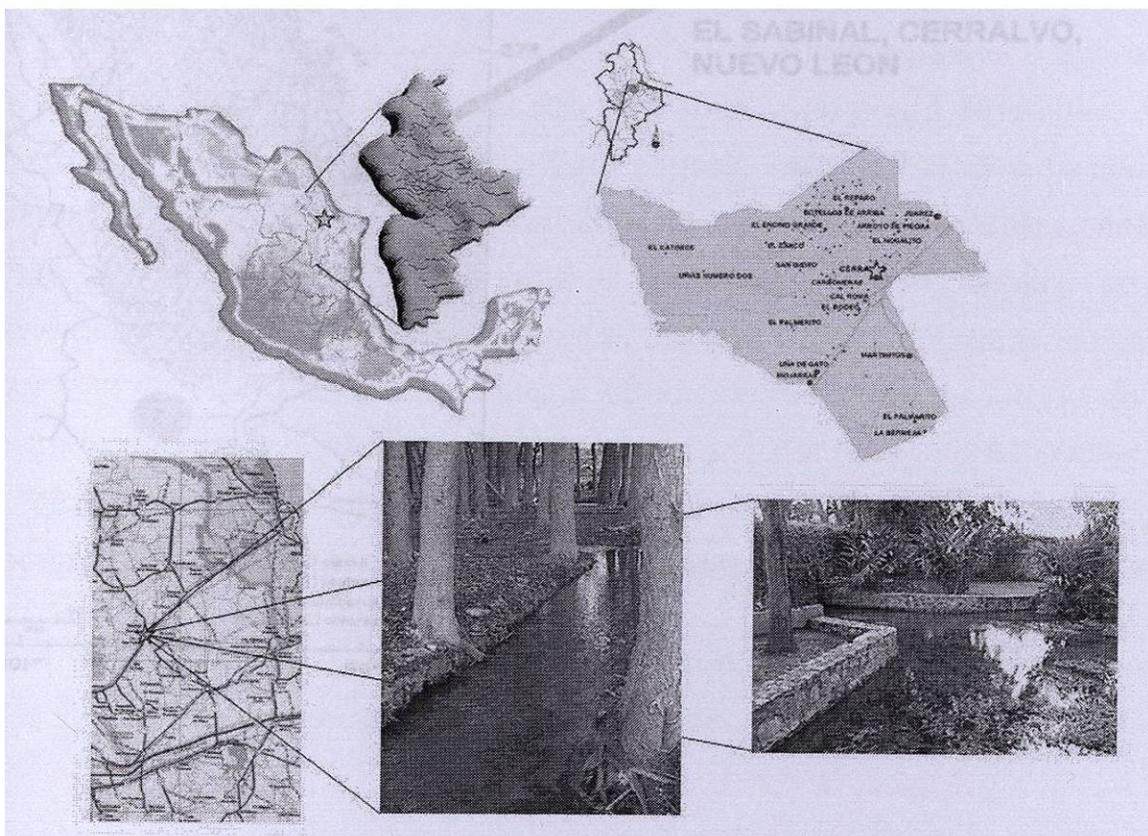
**Criterio A.- Amplitud de la distribución del taxón en México.**

El tamaño relativo al ámbito de distribución histórico. De acuerdo a que *P. regiomontanus* era una especie habitante de la cuenca del Río San Juan (13,724.34 km<sup>2</sup>), actualmente se localiza en el 0.05% de la cuenca mencionada, por lo tanto representa una área de distribución muy restringida.

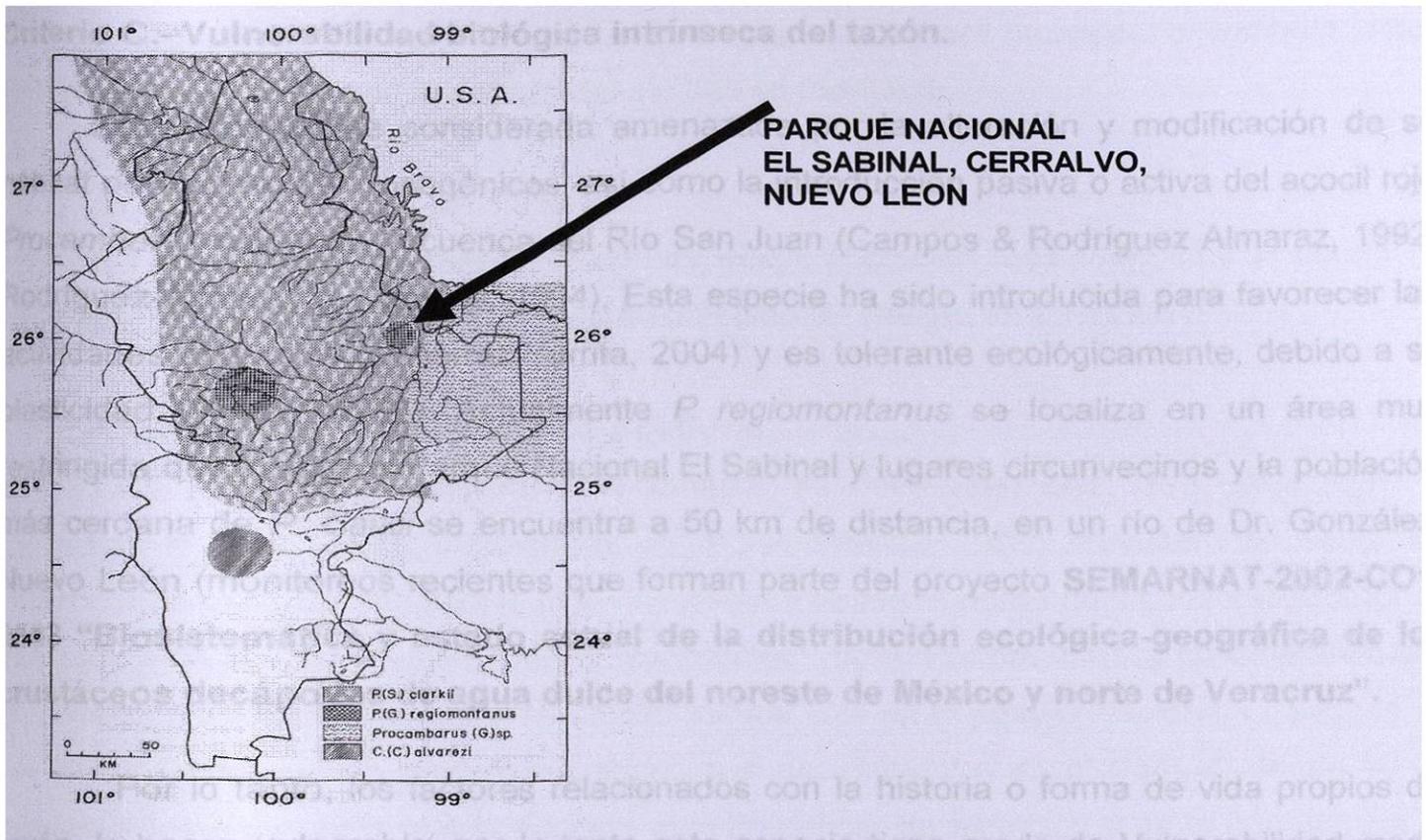
Situación de la especie =4

Actualmente solo se localiza en el Parque Nacional El Sabinal, ubicado en Cerralvo N.L., con una extensión territorial de menos de 8 hectáreas en su totalidad.

## MAPA DEL AREA DE DISTRIBUCIÓN



Mapa de área de distribución de *Procambarus regiomontanus*. Ubicación geográfica: Latitud norte 26° 04' 50", longitud oeste 99°37'30", altitud: 280 m.s.n.m. (FVM, con base en INEGI).



### **Criterio B.- Estado del Hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón**

*Procambarus regiomontanus* fue descubierta y descrita por Villalobos (1954) en un manantial de Monterrey, sin embargo, la localidad tipo desapareció, así como de otras áreas previamente reportadas por Campos-González, (1982) y posteriormente fue registrada solamente en el Parque Nacional “El Sabinal”, Cerralvo y esporádicamente se recolectaron especímenes en ríos de los municipios de Guadalupe y Monterrey (Rodríguez-Almaraz & Campos, 1994, Rodríguez-Almaraz, 2001).

Aún y cuando el Parque Nacional el Sabinal es considerado como Área Natural Protegida, su extensión hidrográfica es muy restringida y otros hábitats originales de esta especie han sido afectados. Por lo que el Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón puede considerarse de nivel 3 (hostil o muy limitante).

### **Criterio C.- Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.**

Esta especie fue considerada amenazada por la alteración y modificación de su hábitat por factores antropogénicos, así como la introducción pasiva o activa del acocil rojo *Procambarus clarkii* en la cuenca del Río San Juan (Campos & Rodríguez Almaraz, 1992; Rodríguez-Almaraz & Campos, 1994). Esta especie ha sido introducida para favorecer las actividades acuícolas (Gutiérrez-Yurrita, 2004) y es tolerante ecológicamente, debido a su plasticidad (Hobbs, 1984). Actualmente *P. regiomontanus* se localiza en un área muy restringida que incluye al Parque Nacional El Sabinal y lugares circunvecinos y la población más cercana de *P. clarkii* se encuentra a 50 km de distancia, en un río de Dr. González, Nuevo León (monitoreos recientes que forman parte del proyecto **SEMARNAT-2002-CO1-0583 “Biosistemática y estado actual de la distribución ecológica-geográfica de los crustáceos decápodos de agua dulce del noreste de México y norte de Veracruz”**).

Por lo tanto, los factores relacionados con la historia o forma de vida propios del taxón, lo hacen vulnerable, por lo tanto esta especie tiene grado de Vulnerabilidad media =3.

### **Criterio D.- Impacto de la actividad humana sobre el taxón**

Los acociles con más de 500 especies y ocupando un amplio rango de hábitat han sido y continúan siendo impactados por las mismas actividades antropogénicas que han afectado a otro tipo de fauna flora y fauna (Taylor, 2002), como es la destrucción, degradación o alteración de hábitats, contaminación, sobreexplotación, introducción de especies no nativas y la asociación de enfermedades y parásitos llevados por especies no nativas (Taylor, 2002). Actualmente *P. regiomontanus* solo se encuentra en una localidad, y que los factores de riesgo reales y potenciales están presentes, ya que las mismas condiciones que han afectado a los acociles del mundo esta afectando a esta especie y en particular la introducción de la especie invasiva el acocil rojo *Procambarus clarkii*. Por lo anterior, se considera que estos factores pueden ocasionar un impacto medio (nivel 3) sobre la especie.

Cabe mencionar que de no cambiar las condiciones actuales o combatir estos factores, el riesgo de que la especie se extinga es inevitable.

### **SUMA TOTAL DEL MER: 13**

“Considerando los criterios del MER, una especie o población cuya suma total de puntos se sitúe entre 12 y 14 puntos, será considerado como En Peligro de Extinción (P)”

### **Relevancia Ecológica, Taxonómica y cultural**

Con relación a la relevancia ecológica, se debe mencionar que los acociles o cangrejos de río, tal es el caso de *P. regiomontanus*, están considerados como los macrocrustáceos dulceacuícolas más importantes desde el punto de vista ecológico por su aportación de biomasa a los ecosistemas (Momot, 1995). Por otro lado, y considerando que *P. regiomontanus* se encuentra en estado natural solo en el parque Nacional El Sabinal, se ha incluido información dentro del museo que se encuentra en el Parque, donde se les notifica a los paseantes que la especie esta en peligro de extinción y de la importancia de no capturarlos, contaminar el área e incluso introducir especies que pudieran afectar las poblaciones actuales. Por último y analizando los pobres resultados que se han obtenido con el cultivo de la especie invasora, *P. clarkii*, no sería nada novedoso pensar que en un futuro se pudiera dar un valor económico a la especie mediante su cultivo, lo que ayudaría además a evitar la desaparición de la especie.

### **Propuestas y acciones para la conservación**

Una medida de conservación inmediata es el mantenimiento y la reproducción en cautiverio de esta especie. Con esto se podrían repoblar localidades donde antes existía *P. regiomontanus* y que en la actualidad presentan una baja población de *P. clarkii*, tal es el caso del Parque Canoas, penúltima población natural de *P. regiomontanus*. Por otro lado, realizar investigaciones sobre el control biológico de *P. clarkii* para evitar que siga desplazando especies endémicas. Por último, realizar evaluaciones de la población silvestre, con la finalidad de detectar posibles efectos de factores bióticos y abióticos.

Considerando que esta especie esta en Peligro de Extinción, se deben tomar en cuenta ciertas recomendaciones, para así tomar acciones dirigidas a evitar su extinción, tales como:

- Mantener al Parque El Sabinal como Área Natural Protegida
- Propiciar la participación y concientización de los residentes y turistas para la conservación del acocil endémico (Programas de Educación ambiental)
- Evaluar la cantidad y calidad de los manantiales
- Programas de Repoblación, a través de la reproducción en cautiverio. Incluir a esta especie dentro de la NOM, como especie en peligro de extinción

### **Referencia de los informes y/o estudios publicados**

- Campos, G. E. (1982) Distribución geográfica, ciclo de vida y hábitos de *Procambarus simulans regiomontanus* (Villalobos, 1954) en el Estado de Nuevo León, México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. México. 44pp.
- Campos E. and G. A. Rodríguez-Almaraz. 1992 Distribution of *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) in Mexico: an update. *Journal of Crustacean Biology*, 12:627-630.
- Gutierrez-Yurrita, P.J. 2004. The use of the crayfish fauna in México: Past, present and future?. *Freshwater Crayfish*, 14:30-36.
- Hobbs, H. H. Jr. 1974. Sinopsis of the families and Genera of crayfishes (Crustacea, Decapada) *Smithsonian Contribution to zoology*. 164: 1-32.
- Hobbs, H.H. Jr. 1972. Biota of freshwater ecosystems. Identification manual 9: Crayfishes (Astacidae) of North and Middle America. *Water pollution Control Series*. U. S. Environmental Protection Agency, Washington, D. C., U.S.A.

- Hobbs, H.H. Jr. 1984. On the distribution of the crayfish genus *Procambarus* (Decapoda: Astacidae). *Journal of Crustacean Biology*, 4:12-24.
- Hobbs, H.H. Jr. 1989. An Illustrated Checklist of the American Crayfishes (Decapoda: Astacidae: Cambaridae, and Parastacidae). *Smithsonian Contribution to Zoology*, (480): 236 pp.
- Martin J. W. & G. E. Davis. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. *Natural History Museum of Los Angeles County. Science Series* 39: 124 pp.
- Momot, W., T, (1995). Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. *Review in Fisheries Science.*, 3(1): 33-63.
- Montemayor, J (2005) Reproducción en cautiverio del acocil regio *Procambarus regiomontanus*, Especie endémica en peligro de extinción del estado de Nuevo León. Informe Técnico. Proyecto Paicyt, UANL.
- Montemayor, J., R. Mendoza, G. Rodríguez, C. Aguilera & O. Santillan (2004) Programa de Reproducción en Cautiverio del acocil endémico *Procambarus regiomontanus* del Parque Nacional el Sabinal, Cerralvo, N.L. VI Congreso Nacional de Areas Naturales Protegidas de México. Monterrey, N.L. México. Nov. 2004.
- Rodríguez- Almaraz, G. A. and E. Campos. 1994. Distribution and status of the crayfishes (Cambaridae) of Nuevo Leon, Mexico. *Journal of Crustacean Biology*, 14:729-735.
- Rodríguez-Almaraz, G., L. Castilleja, J. Gonzalez, J. Montemayor R. Muñoz & R. Mendoza (2004) Parque Nacional El Sabinal: Area estratégica para la conservación del acocil endémico de Nuevo León *Procambarus regiomontanus*. VI Congreso Nacional de Areas Naturales Protegidas de México. Monterrey, N.L. México. Nov. 2004.
- Rodríguez-Almaraz, G., R. Mendoza, J. Montemayor & C. Aguilera (2002) Crayfishes and prawns (Crustacea:Decapoda) from the Northeast of Mexico: An Update on their

distribution and threatened species. 11<sup>th</sup> U.S./Mexico, Border States Conference on recreation, protected areas and wildlife. McAllen, Texas. Oct-Nov. 2002.

Taylor, C.A. 2002: 236-257. Taxonomy and conservation of native crayfish stocks. In: Biology of freshwater crayfish (eds. D.M. Holdich). Blackwell Science, England.

Villalobos Figueroa, Alejandro. 1954. Estudios de los cambarinos mexicanos, XI: Una nueva subespecie de *Procambarus simulans* del estado de Nuevo León. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 25(1, 2): 289-298.

Villalobos-Figueroa, A. 1955. Cambarinos de la Fauna Mexicana. (Crustacea: Decapoda) Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Pp 290.

### **Ficha Resumen**

Se propone la distinción de *Procambarus regiomontanus*, acocil endémico de Nuevo León, como especie en peligro de extinción. Esta propuesta se basa en el hecho que esta especie era de amplia distribución en la Cuenca del Río San Juan hasta 1985. Sin embargo, factores antropogénicos como la destrucción y modificación del hábitat, contaminación y la introducción del acocil rojo *P. clarkii* ocasionaron la reducción de las poblaciones endémicas. Actualmente, una población de *P. regiomontanus* es localizada en el interior del Parque Nacional El Sabinal, en Cerralvo, Nuevo León y lugares circunvecinos. Esta área solo representa el 0.05% de su distribución histórica. Se deberán tomar medidas de conservación de esta especie, como la mantención del estatus de Parque Nacional al Parque "El Sabinal", establecimientos de programas de educación ambiental para los paseantes al mismo parque, implementación de programas de reproducción y repoblación.

## XII.- LITERATURA CITADA

- Abdo de la Parra., M. I. 1991. Tesis. Análisis de la Fecundidad y algunos aspectos de crecimiento de *Procambarus clarkii* y *Procambarus simulans* (Decapoda: Cambaridae), del área central del estado de Nuevo León. Pp. 64-67.
- Abrahamsson, S. A. A. 1996. Dynamics of an isolated population of the crayfish *Astacus astacus* Linee. *Oikos*, 17, 96-107.
- Ackefors, H. 1999. The positive effects of established crayfish introductions in Europe. In: *Crayfish in Europe as Aliens Species. How to make to bad situation?* Eds. F. Gherardi & D. M. Holdich, pp 49-61. A.A Balkema, Rotterdam.
- Agelberg, A. 1987. Multivariate analysis of morphometric variation in three species of freshwater crayfish. *Freshwater Crayfish* 7:19-28.
- Aiken, D. E & S.L. Waddy. 1980. Reproductive Biology, pp 215-276 in: Stanley Cobb J. and B. F. Phillips (ed) *The Biology and Mnagement of Lobsters, I Physiology and Behavior*, Academic Press, Inc. New York.
- Aiken, D. E & S.L. Waddy. 1992. The growth process in crayfish. *Reviews in Aquatic Sciences*, 6:335-381.
- Alderman, D. J.M., & Polglase, J . L. 1988. Pathogens, parasteis and commensals. In: *Freshwater Ceayfish: Biology, Management and Explotation*. (eds D. M Holdich & R.S. Lowery), pp 167-212. Croom Helm, London.
- Alvarez del Villar, Jose. 1970 *Peces Mexicanos (Claves)*. Dirección General de Pesca e Industrias Anexas. México. Pp 100-109.
- Allan, J. D., & A. S. Flecker. 1993. Biodiversity conservation in running waters. *Bioscience* 43:32-43.
- Arrignon, J. 1985. La cría del cangrejo. Pp107-109. Ed. Acribia. España.
- Austin, C. M. 1994. Length-weight relationships of cultured specias of Australian freshwater crayfish of the genus *Cherax*. *Freshwater Crayfish* 10:410-418.
- Auvergne. A. 1982. El cangrejo de río, cría y explotación. Pp 34-35 Ed. Mundi Prensa, Madrid.

- Avault, J.W. Jr. 1976. Crawfish in Europe: Some Facts and Folklore. Annual Meeting Louisiana Crawfish Farmers Association 1-9.
- Avault, J.W. Jr., De la Bretonne & J.V. Huner. 1974. Two major problems in culturing crayfish in ponds: Oxygen depletion and overcrowding. Second International Symposium on Freshwater crayfish. Louisiana.
- Beatty, J. S., D. L. Morgan & H. S. Gill. 2005. Life history and reproductive biology of the gilgie, *Cherax quinquecarinatus*, a freshwater crayfish endemic to Southwestern Australia. *Journal of Crustacean Biology*, 25(2):251-262.
- Bergstrom, B. 1992. Growth, growth modeling and age determination of *Pandalus borealis*. *Marine Ecology Progress Series* 83:167-183.
- Beverton, R. J. J., & S. J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Fisheries Investigations, London, Series 2, 19:1-53
- Bittner, G. D and R. Kopanda. 1973. Factors influencing molting in the crayfish *Procambarus clarkii*. *J. Exp. Zool.* 186:7-16.
- Black, J. B. & J. V. Huner. 1976. Cyclic male reproductive activities in the dwarf crawfishes *Cambarellus shufeldtii* (Faxon) and *Cambarellus puer* Hobbs. *Transactions American Microscopic Society.* 85:214-232.
- Bowman, T.E. & L.G. Abele. 1982. Classification of the Recent Crustacea. 1-27 pp. *In: Systematics the Fossil Record, and Bioeogeography. The Biology of Crustacea* (L.G. Abele ed.). Academic Press, New York.
- Breen, P. A. 1994. Population dynamics and stock assessment of lobsters a review. *Crustaceana* 767:239-255.
- Brown, M. Kenneth. 1991. Mollusca: Gastropoda. Pp 285-310. J. Thorp and Alan P. Covich. *Ecology and Classification of North American Freshwater invertebrates.* Academic Press, California.
- Burba, A. V. N & Kaminskine, B. 1999. Morphometric of Crayfish Species and Relationship to the Trophic Level of Waterbodies. *Freshwater Crayfish* 12:98-103.
- Burch, J. B. 1982. Freshwater snails (Mollusca: Gastropoda) of North American. United States Environmental Protection Agency Publication 600/3-82-0026. *In: J. Thorp and*

- Alan P. Covich. Ecology and Classification of North American Freshwater invertebrates. Academic Press, California.
- Butler, M.J., & R. A. Stein. 1985. An analysis of mechanisms governing species displacement in crayfish. *Oecologia* 66:168-177.
- Campos-González, E. 1982. Distribución geográfica, ciclo de vida y hábitos de *Procambarus simulans regiomontanus* Villalobos, en el estado de Nuevo León, México. Tesis inédita, Fac. de Ciencias Biológicas, U.A.N.L., 45 pags.
- Campos-González, E & S. Contreras Balderas. 1985. First record of *Orconectes virilis* (Hagen) (Decapoda: Cambaridae) from México. *Crustaceana*, 49:218-219.
- Campos, E. & G. A. Rodríguez-Almaraz. 1992 Distribution of *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) in Mexico: an update. *Journal of Crustacean Biology*, 12:627-630.
- Cartaxana, A. 2003. Growth of the prawn *Palaemon longirostris* (Decapoda, Palaemonidae) in Mira River and Estuary, SW Portugal. *Journal of Crustacean Biology*, 23(2):251-257.
- Capelli, G. M. 1982 Displacement of northern Wisconsin crayfish by *Orconectes rusticus* (Girard). *Limnol. Oceanog.* 27:741-745.
- Cobb, J. S., & J. F. Caddy. 1989. The population biology of decapods. Pp. 327-348 in J. Caddy, ed. *Marine Invertebrate Fisheries-Their Assessment and Management*. Wiley Interscience John Wiley & Sons, New York.
- Colloca, F. 2002. Life cycle of the deep water Shrimp *Plesionika edwardsii* (Decapoda: Caridea) in the central Mediterranean Sea. *Journal of Crustacean Biology*, 22(2):775-783.
- Contreras-Balderas, S. & M.L. Lozano-Vilano. 1996. Extinction of most Sandia and Potosi valleys (Nuevo León, Mexico) endemic pupfishes, crayfishes and snails. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 7: 33-40.
- Comeas, M & F. Savoie. 2002. Maturity and reproductive cycle of the female American Lobster *Homarus americanus* in the southern Gulf of St. Lawrence, Canadá. *Journal of Crustacean Biology*, 22(4):762-774.

- Corey, S. 1987. Intraspecific Differences in Reproductive Potential, Realized Reproduction in the Crayfish *Orconectes propinquus* (Girard, 1952) in Ontario. *The American Midland Naturalist* 118(2):424-431.
- Corey, S. 1991. Comparative potential reproduction and actual production in several species of North American crayfish. In *Crustacean Production* Wenner, A. y A. Kuris (Eds) Vol. 7 Crustacean issues. A. A. Balkem-Rotterdam-Brookfield, pp 69-75.
- Corey, S and D. M. Reid. 1991. Comparative Fecundity of decapod crustaceans I. The fecundity of thirty three species of nine families of caridean shrimps. *Crustaceana*, 60: 270-294.
- Correia, A. M. 1990. Populations dynamics of *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae) at four natural habitats. Thesis Facultad de Ciencias de Lisboa, Lisboa. 138 pp
- Correia, A. M. 1992. Length-weight relationships for two populations of red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda, Cambaridae), from Portugal. *Freshwater Crayfish* 9:442-450.
- CONANP. Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2005. <http://www.conanp.gob.mx/anp/pn.php>
- Crandall, K. A. 1999. North American crayfish species described since Hobbs (1989) checklist. *Crayfish Home Page*, 3 pp.
- Crocker, D. W., & D. W. Barr. 1968. *Handbook of the crayfishes of Ontario*. University of Toronto Press, Toronto, Canada.
- Cruz, S. E. & R. Civera. 1982. Bioensayos de incubación artificial de acocil *Cambarellus Montezumae* (Decapoda-Astacidae. Tesis de Licenciatura Univ. Aut. Metropolitana, 75 pp.
- Cha, H. K., Y. H. Choi & C. W. Oh. 2004. Reproduction biology and growth of the shiba shrimpo *Metapenaeus joyneri* (Decapoda, Penaeidae) on the western coast of Korea. *Journal of Crustacean Biology*, 24(1)93-100.
- Chien Y. H. & J. W. Avault, Jr. 1980. Production of crayfish in ricefields. *The progressive fish culturist*. 42:67-71.
- Chien Y. H. & J. W. Avault, Jr. 1983. Effects of flooding dates and disposals of rice straw on crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard) culture in rice fields. *Aquaculture* 31:339-359.

- Chilari, A., M. Thessalou-Legaki. & G. Petrakis. 2005. Population structure and reproductive of the deep water shrimp *Plesionika martia* (Decápoda: Pandaridae) from the eastern Ionian Sea. *Journal of Crustacean Biology*, 25(2):233-241.
- De la Bretonne, L. Jr., J.W. Avault Jr. & R. O. Smitherman. 1969. Effects of soil and water harness on survival and growth of the red swamp crawfish, *Procambarus clarkii* in plastic pool. Porceedings of 23rt. Annual conference fo the southeastern associations of game and fish commissioners, 626-633.
- De la Bretonne, L. Jr., & J. W. Avault Jr. 1971. Liming increases crayfish production. *Louisiana Agriculture*, 15(1):10
- De la Bretonne, L. Jr., & J. W. Avault Jr. 1976. Egg development and manament of *Procambarus clarkii* (Girard) in south Louisiana commercial crawfish pond. Third International crayfish symposium, Kuopio, Finland, 3:133-140.
- Dong, Q. & Polis, G. A. 1992. The dynamics ofa cannibalistic populations: a foraging perspective. In: *Canibalism Ecology and Evolution among Diverse taxa*, (eds M. A. Elgar & B. J Crespi). Pp 13-17. Oxford University Press Oxford.
- Englund, G. 1999. Efects of fish on the local abundance of crayfish in stream pools. *Oikos*, 87, 48-56.
- Fetzner Jr. J. W. 2005. The Crayfish lobster Taxonomy Browser. [www.iz.carnegiemnh.org/crayfish/NewAstacidea.com](http://www.iz.carnegiemnh.org/crayfish/NewAstacidea.com)
- Flores, A. A. V., F. P. Marques & Negreiros-Franzoso, M. L. 2002. Postlarval stages and growth patterns of the spider crab *Pryomaiia tuberculata* (Brachyura, Majidae) from laboratory reared material. *Journal of Crustacean Biology* 22(2):314-316.
- Frutiger, A., Borner, S., Bussner, T., *et al.* 1999. How to control unwanted populations ofa *Procambarus clarkii* in Central Europe? *Freshwater Crayfish*, 12, 714-26.
- González, S. E. & G. Novelo. 1996. Odonata. Pp 580-597 J. Llorente-Bousquets., A. N. García-Aldrete & E. González-Soriano, eds., en *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Instituto de Biología, Facultad de Ciencias & CONABIO. 660 pp
- González, T. M & D. G. J. Lastra 1998. *Restauración de Ríos y Riberas*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. Pp 61-86.

- Goyert, J. C & J.W. Avault, Jr. 1978. Effects of stocking, density and subnature on growth and survival of crawfish *Procambarus clarkii* grown in a recirculating culture system. Proceedings of the ninth annual meeting world mariculture society. 9:731-735.
- Gilpin, M. E., & M. E. Soule. 1986. Minimum viable populations processes for species extinction. Pp 19-34 in M. E. Soule, ed Conservation biology: the science of scarcity and diversity. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA.
- Gillet, C. & Laurent, P. J. 1995. Tail length variations among noble crayfish (*Astacus astacus* (L.)) populations. Freshwater Crayfish X, 31-34.
- Griffith, M. B., S. A. Perry & W. B. Perry. 1994. Secondary production of macroinvertebrate shredders in head water streams with different baseflow alkalinity. J. North Am. Benthol. Soc. 13:345-356.
- Gutierrez-Yurrita, P. J. 1999. Consecuencias de la introducción de especies. Biología informa. Universidad Autónoma de Querétaro. Pp 1-6.
- Gutierrez-Yurrita, P. J. & Montes, C. 1998b. Studies of the environment factors controlling the crayfish *Procambarus clarkii* activity in the Doñana National Park temporary freshwater marsh, SW-Spain. Comparative Biochemistry and Physiology A 120:713-721.
- Gutierrez-Yurrita, P. J. & Montes, C. 1999. Populations dynamics and phenotypic comparisons among six populations of *Procambarus clarkii* from the Doñana National Park. (SW, Spain) 629-634.
- Gutiérrez-Yurrita, P. J. & J. R. Latournerié Cervera. 1999. Ecological Features of *Procambarus digueti* and *Procambarus bouvieri* (Cambaridae), Two Endemic Crayfish Species of México. Freshwater Crayfish 12:605-619.
- Haddy, A. J., A. J. Courtney & D. P. Roy. 2005. Aspect of reproductive biology and growth of balmain bugs (*Ibacus spp*) (Scyllaridae). Journal of Crustacean Biology, 25(2): 263-273.
- Hartnoll, R.G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda: Brachyura). Crustaceana 27:130-136.
- Hartnoll, R.G. 1978. The determination of relative growth in crustacea. Crustaceana 34:282-293.

- Hartnoll, R.G. 1982. Growth. In: Abele, L. G. Editor. The Biology of Crustacea, Vol. 2: Embriology, morphology and genetics. Academic Press, New York. Pp 110-196.
- Hill, A. M. & Lodge, D. M. 1994. Diel changes in resource demand; interaction of competition and predation in species replacement by an exotic crayfish. *Ecology*, 75, 2118-25.
- Hill, A. M., Sinars, D. M & Lodge, D. M. 1993. Invasion of an occupied niche by the crayfish *Orconectes rusticus*: potencial importance of growth and mortality. *Oecologia*, 94, 303-306
- Hobbs, H.H. Jr. 1942. The crayfishes of Florida. University of Florida Publications, Biological Science Series, 3(2), 179 pp
- Hobbs, H. H. Jr., 1972. Biota of freshwater ecosystems. Identification manual 9: Crayfishes (Astacidae) of North and Middle America. Water pollution Control Series. U. S. Environmental Protection Agency, Washington, D. C., U.S.A.
- Hobbs, H. H. Jr. 1976. Crayfishes (Astacidea of North and Middle America. Water Pollution Control Research Series. U.S. Environmental Protection Agency. Pp 1-73.
- Hobbs, H.H. Jr. 1977. A new crayfish (Decapoda: Cambaridae) from San Luis Potosí, México. *Proc. Biol. Soc. Washington*, 90:412-419.
- Hobbs, H.H. Jr. 1984. On the distribution of the crayfish genus *Procambarus* (Decapoda: Astacidae). *Journal of Crustacean Biology*, 4:12-24.
- Hobbs, H.H., Jr. 1988. Crayfish distribution, adaptive radiation and evolution. In: *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*, (eds D. M. Holdich & R.S. Lowery, pp. 52-82.
- Hobbs, H.H. Jr. 1989. An Illustrated Checklist of the American Crayfishes (Decapoda: Astacidae: Cambaridae, and Parastacidae). *Smithsonian Contribution to Zoology*, (480): 236 pp.
- Hobbs, H. H. Jr. & L. J. Marchand. 1943. A contribution toward a knowledge of the crayfishes of the Reelfoot Lake area. *Journal of the Tennessee Academy of Sciences* 18(1): 6-35.
- Hobbs, H. H. Jr. & H. W. Robinson. 1988. The crayfish Subgenus *Girardiella* (Decapoda: Cambaridae) in Arkansas, with the Descriptions of two new species and a key to the members of the gracilia group of genus *Procambarus*. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 101(2):391-413.

- Hobbs, H.H. III. 1993. Contributions in Biology and Ecology. Trophic Relationships of North American Freshwater Crayfishes and shrimps. Milwaukee Public Museum, Inc Department of Biology. Number 45.
- Hobbs, H.H. III, J.O. Jass & J.V. Huner. 1989. A review of global crayfish introductions with particular emphasis on two North American species (Decapoda: Cambaridae). *Crustaceana*, 56:299-316.
- Holdich, D. M. 1987. The dangers of introducing alien animals with particular reference to crayfish. Pages 15-30 in P. G de Tiefenau, ed. *Freshwater Crayfish 7*. Museum Zoologique Cantonal, Lusanne, Switzerland.
- Holdich, D. M. 1999. The negative effects of established crayfish introductions. In: *Crayfish in Europe as Alien Species. How to make the best of a Bad Situation?* (eds F. Gherardi & D. M. Holdich), pp 281-292. A.A. Belkema, Rotterdam.
- Holdich, D. M., Rogers, W. D. & Reynolds, J. D. 1999. Native and alien crayfish in the British Isles. In: *Crayfish in Europe as Alien Species. How to make the best of a bad situation?*. eds F. Gherardi & D. M. Holdich), pp 221-35. A.A. Belkema, Rotterdam.
- Hopkins, C. C. E. & E. M. Nielsen. 1990. Populations biology of the deep water prawn (*Pandalus borealis*) in Balsfjord, Northern Norway: abundance, mortality and growth 1979-1983. *Jurnal du Conseil International pour Explotation de la Mer* 47:148-166.
- Horwitz, P. 1995. The conservation status of Australian freshwater crayfish: review and update. *Freshwater Crayfish*, 20:70-80.
- Huner, J. V. 1975. The biological feasibility of raising bait-sized red swamp crawfish, *Procambarus clarkii* (Girard), in Louisiana. Ph.D Thesis, Louisiana State University, Baton Rouge. 186 pp
- Huner, J. V. 1986. Australian Crawfish. *Farm pond Harvest* Vol. 20(3)13-14.
- Huner, J. V. 1989. Overview of international and domestic freshwater crayfish production. *J. Shellfish Res.* 8:259-265.
- Huner, J. V., 1990. Biology, fisheries, and cultivation of freshwater crayfishes in the U.S. *Aquatic Sciences*. Vol. 2 (2): 229-254.
- Huner, J.V. 1994. Freshwater Crayfish Aquaculture In North America, Europe, and Australia. Families Astacidae, Cambaridea and Parastacidae. J. V. Huner (Eds). Hawort Press. Pp 60-63.

- Hobbs, H.H. III. 1993. Contributions in Biology and Ecology. Trophic Relationships of North American Freshwater Crayfishes and shrimps. Milwaukee Public Museum, Inc Department of Biology. Number 45.
- Hobbs, H.H. III, J.O. Jass & J.V. Huner. 1989. A review of global crayfish introductions with particular emphasis on two North American species (Decapoda: Cambaridae). *Crustaceana*, 56:299-316.
- Holdich, D. M. 1987. The dangers of introducing alien animals with particular reference to crayfish. Pages 15-30 in P. G de Tiefenau, ed. *Freshwater Crayfish 7*. Museum Zoologique Cantonal, Lusanne, Switzerland.
- Holdich, D. M. 1999. The negative effects of established crayfish introductions. In: *Crayfish in Europe as Alien Species. How to make the best of a Bad Situation?* (eds F. Gherardi & D. M. Holdich), pp 281-292. A.A. Belkema, Rotterdam.
- Holdich, D. M., Rogers, W. D. & Reynolds, J. D. 1999. Native and alien crayfish in the British Isles. In: *Crayfish in Europe as Alien Species. How to make the best of a bad situation?*. eds F. Gherardi & D. M. Holdich), pp 221-35. A.A. Belkema, Rotterdam.
- Hopkins, C. C. E. & E. M. Nielsen. 1990. Populations biology of the deep water prawn (*Pandalus borealis*) in Balsfjord, Northern Norway: abundance, mortality and growth 1979-1983. *Jurnal du Conseil International pour Explotation de la Mer* 47:148-166.
- Horwitz, P. 1995. The conservation status of Australian freshwater crayfish: review and update. *Freshwater Crayfish*, 20:70-80.
- Huner, J. V. 1975. The biological feasibility of raising bait-sized red swamp crawfish, *Procambarus clarkii* (Girard), in Louisiana. Ph.D Thesis, Louisiana State University, Baton Rouge. 186 pp
- Huner, J. V. 1986. Australian Crawfish. *Farm pond Harvest* Vol. 20(3)13-14.
- Huner, J. V. 1989. Overview of international and domestic freshwater crayfish production. *J. Shellfish Res.* 8:259-265.
- Huner, J. V., 1990. Biology, fisheries, and cultivation of freshwater crayfishes in the U.S. *Aquatic Sciences*. Vol. 2 (2): 229-254.
- Huner, J.V. 1994. Freshwater Crayfish Aquaculture In North America, Europe, and Australia. Families Astacidae, Cambaridea and Parastacidae. J. V. Huner (Eds). Hawort Press. Pp 60-63.

- Huner, J.V. 1995. Ecological observations of red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) and white crayfish *Procambarus zonangulus*, Hobbs & Hobbs 1990 as regards their cultivation in earthen ponds *Freshwater Crayfish* 10:456-468.
- Huner, J.V. 1997. The crayfish Industry in North America. *Fisheries*. American Fisheries Society. 22:28-31.
- Huner, J. V. & J. W. Avault, Jr. 1976. Sequential pond flooding: A prospective management technique for extended production of bait-size crawfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 105(5):637-642.
- Huner, J. V., & R. P. Romaine, 1978. Size and maturity as a means of comparing populations of *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea: Decapoda) from different habitats. In: Fourth int. Symp. On freshwater crayfish, Thononles-Bains, France.
- Huner, J. V. & J. E. Barr. 1984. Red Swamp Crawfish. Biology and Exploitation. The Louisiana Sea Grant College Program, Louisiana State University, 135 pp
- Huner, J. V., & O. V. Lindqvist. 1991. Special problems in freshwater crayfish egg production 235-246. In: Crustacean production Werner, A Y A. Kuris. (Eds.) Vol. 7 Crustacean Issues. A. A. Balkem-Rotterdam-Brookfield.
- Huner, J. V., M. Moody & R. Thune. 1994. Cultivation of freshwater crayfishes in North America 5-115. In: Freshwater crayfish aquaculture in North America Europe and Australia. Families Astacidae, Cambaridea and Parastacidae. J. V. Huner (Eds). Hawort Press 312 pp
- Hurny, A. D. & J. B. Wallace. 1987. Production and litter processing by crayfish in an Appalachian mountain stream. *Freshwater Biol.* 18:277-286.
- Huxley, J. S. 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. *Natur* 14:895-896.
- Huxley, J. S. 1972. Problems of relative growth. Second Edition. Dover Publication, Inc., New York. 312pp
- I.N.E. 2005. Instituto Nacional de Ecología. <http://www.ine.gob.mx>
- I.N.E.G.I. 1986. Síntesis Geográfica de Nuevo León. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. pp 5-10, 90-97

- Kershner, M. W. & D. M. Lodge. 1995. Effects of littoral habitat and fish predation on the distribution of an exotic crayfish, *Orconectes rusticus*. *J. M. Am Benthol Soc.* 14(3):414-422.
- Kim, S. 2005. Population, growth, mortality and size at sexual matutity of *Palaemon graveri* (Decápoda: Caridea: Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology*, 25(2):226-232.
- Kobayashi, S. 2002. Relative growth pattern of walking legs of the Japanese mitten crab *Eriocheir japonica*. *Journal of Crustacean Biology*, 22(3):601-603.
- Kotb, M.A. & R.G. Hartnoll. 2002. Aspects of the growth and reproduction of the coral gillcrab *Haplocarcinus marsupialis*. *Journal of Crustacean Biology*, 22(3):558-566.
- Lazcano, V. D. & Contreras A. A. 1995. Lista revisada de los anfibios del Estado de Nuevo León. Pp 65-68 In: Listado Preliminar de la Fauna Silvestre del estado de Nuevo León. Consejo Consultivo Estatal para la Preservación y Fomento de la Flora y Fauna Silvestre de Nuevo León.
- Lee, H. H & C. C.Hsu. 2003. Population biology of the swimming crab *Portunus sanguinolentus* in the waters of the northem Taiwan. *Journal of Crustacean Biology*, 23(3):691-699.
- Lindqvist, O. V. & Lahti, E. 1983. Reproductive cycle of the crayfish *Astacus astacus* in Finland. *Freshwater Crayfish* 5:18-19
- Lodge, D. M., M. W. Kershner & J. E. Aloi. 1994. Effects of an omnivorous crayfish (*Orconectes rusticus*) on a freshwater littoral food web. *Ecology*, 75:1265-1281.
- Lodge, D. M., R. A. Stein, K. M. Brown, A. L. Covich, C. Brönmark, J. E. Garvey, & S.P. Klosiewski. 1998. Predicting impact of freshwater exotic species on native biodiversity: Challenges in spatial scaling. *Australian Journal of Ecology*, 23:567-575.
- Lodge, D. M., Taylor, C. A., Holdich, D. M & Skurdal, J. (2000a) Non indigenous crayfishes threaten North American freshwater biodiversity: lessons form Europe. *Fisheries*, 25(8):7-20.
- Lopez-Mejia M., F. Alvarez & L. M. Mejia-Ortiz. 2005. A new species of *Procambarus* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) from Veracruz, México. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 117(2):169-175.

- Lozano-Guerra, J & A. E. Niño. 1995. Ecology of red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard) in the Central Meseta of Spain. *Freshwater Crayfish* 8:179-200.
- Lutz, C .G & W. R. Wolters.1995. Multivariate morphological variation in a population of red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard). *Freshwater Crayfish* 8:56-67.
- MacCormack, T. J. & Demont M.E. 2003. Regional differences in allometric growth in Atlantic Canadian lobster (*Homarus americanus*). *Journal of Crustacean Biology*, 23(2)258-264.
- Mackeviciene, G. Mickeniene, L., Burba, A. & Mazeika, V. 1999. Reproduction on noble crayfish *Astacus astacus* (L.) in semi-intensive culture. *Freshwater Crayfish*, 12: 462-70.
- Master, L. 1990. The imperiled status of North American aquatic animals. *Biodiversity Network News* 3:1-2.
- McDiarmid, W. Roy.1994. *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica: Métodos estandarizados para anfibios*. Smithsonian Institution Press, Washington. Pp 279-286.
- Melancon, Jr. E. & J. W. Avault, Jr. 1976. Oxygen tolerance of a juvenile red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard). *Third International Crayfish Symposium Finlandia*. pp 35-32.
- Merrit, R. W & K. W. Cummins. 1996. *An introduction to the Aquatic Insects of North America*. Third Edition. Kendall/Hunt Publishing Company U.S.A.
- Miltner, M & J. W. Avault, Jr. 1981. Rice and millet as forages for crayfish. *Louisiana agriculture*. 24(3)8-10.
- Momot, W.T. 1984. Crayfish Production. A Reflection of Community Energetics *Journal of Crustacean Biology* 4(1): 35-53.
- Momot, W.T. 1995. Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. *Reviews in Fisheries Science* 3 (1): 33-63.
- Momot, W.T., P. L. Hauta & J. A. Schaefer. 1990. Yield estimates for the virile crayfish *Orconectes virilis* (Hagen, 1870), Employing the Schaefer logistic model. *Journal of Shellfish Research*. 9(21): 373-381.
- Nakata, K. & S. Goshima. 2003. Competition for shelter of preferred sizes between the native crayfish species *Pasifectacus leniusculus* in Japan in relation to prior

- residence, sex difference and body size. *Journal of Crustacean Biology*, 23(4):897-904
- Negreiros-Fransozo, M. L., K. D. Colpo & T. M. Costa. 2003. Allometric growth in the fiddler crab *Uca thayeri* (Brachyura, Ucypodidae) from subtropical mangrove. *Journal of Crustacean Biology*, 23(2):273-279.
- New, T. R. 1995. An introduction invertebrate Conservation Biology. Oxford University Press. pp 15-20.
- Nielsen, L. A. & D. J. Orth. 1988. The hellgrammite-crayfish bait fishery of the New River and its tributaries, West Virginia. *N. Am. J. Fish Manage.* 8:317-324.
- Nyström, P. 2002. Ecology. Chapter 5. In: *Biology Freshwater Crayfish*. Eds David Holdich. Nottingham, UK. Pp 210-230.
- Oh, C.W., H. L. Suh., K. Y. Park., & C.W. Ma. 2002. Growth and reproductive biology of the freshwater shrimp *Exopalaemon modestus* (Decapoda: Palaemonidae) in a lake of Korea. *Journal of Crustacean Biology*, 22(2):357-366.
- Oh, C.W. & I.J. Jeong. 2003. Reproduction and population dynamic of *Acetes chinensis* (Decapoda: Sergestidae) on the western coast of Korea, Yellow Sea. *Journal of Crustacean Biology*, 23(4):827-835.
- Overton, J. L. & D. J. Macintosh. 2002. Estimated size at sexual maturity form female mud crabs (genus *Sylla*) from 2 sympatric species within Bon Don Boy, Thailand. *Journal of Crustacean Biology*, 22(4):790-792.
- Page, L. M. 1985. The crayfishes and shrimps (Decapoda) of Illinois, III. *Nat. His. Surv. Bull.* 33:335-448.
- Pauly, D., & G. Guschütz. 1979. A Simple Method for fitting Oscillation Length growth data, with a program for pocket calculators, *ICES C. M.* 1979/G:24,26p.
- Pauly, D., & G. Guschütz. 1984. Length converted catch curves a powerful tool for fisheries research in the tropics (part II). *Fishbyte* 2:17-19.
- Payne, J. F. 1978. Aspects of the life histories of selected species of North American Crayfishes. *The Fisheries Bulletin*, 3:5-8.
- Peckarsky, B. L., Fraissinet, P. R., Penton, N. A. & D. J. Conklin Jr. 1990. Freshwater macroinvertebrates of Northeastern North America. Comstock Publishing Associates. U.S.A, 175-181.

- Perry, W. L., Feder, J. L. & Lodge, D. M. (in press) Hybridization and introgression between introduced and resident *Orconectes* crayfishes in northern Wisconsin. Conservation Biology
- Pinheiro, A. M., A. G. Fiscarell & G. Y. Hattori. 2005. Growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Brachyura: Ucypodidae). Journal of Crustacean Biology, 25(2):293-301.
- Reynolds, J. D. 2002. Growth and Reproduction. Chapter 4. In: Biology of Freshwater Crayfish. Ed. David Holdich. Nottingham, UK. pp 152-183
- Rhodes, C. P. & Holdich, D. M. 1979. On size and sexual dimorphism in *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet). Acuaculture, 17, 345-58
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bulletin of Fisheries Research Board of Canada. 191:1-382.
- Roa, R., & B. Ernest. 1996. Age structure, annual growth and variance of size at age of the shrimp *Heterocarpus redid*. Marine Ecology Progress series.137:59-70.
- Robertson, D. N. & Butler IV M.N. 2003. Growth and size of maturity in the spotted spiny lobster *Panulirus guttatus*. Journal of Crustacean Biology, 23(2) :265-272.
- Rodríguez-Almaraz, G. A. & G. Compean. Jiménez. 1991. Crecimiento mensual de *Procambarus clarkii* (Girard) (Decápoda: Cambaridae) en condiciones de laboratorio. Publicaciones Biológicas. F.C.B., U. A. N. L. 5(2):45-48.
- Rodríguez-Almaraz, G. A. 1992. Tamaño poblacional, morfometría y crecimiento de *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea: Cambaridae) del área central de N. L, México. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas. U.A.N.L Pp. 30-55.
- Rodríguez-Almaraz, G.A. 2001. Fisiología reproductiva del acocil rojo *Procambarus clarkii* (Crustácea:Decápoda) establecimiento del ciclo de maduración gonadal y evaluación de su potencial reproductivo. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Biológicas. U. A. N. L. Pp 28-40
- Rodríguez-Almaraz, G. A., M. A. Coronado-Magdaleno & E. Campos. 1993. Distribución y Notas Ecológicas de los Acociles (Cambaridae: *Procambarus*) del Estado de Tamaulipas, México. The Southwestern Naturalist 38(4): 390-393.
- Rodríguez-Almaraz, G. A. & E. Campos. 1994. Distribution and status of the crayfishes (Cambaridae) of Nuevo Leon, Mexico. Journal of Crustacean Biology, 14:729-735.

- Rogers, W.D. & D. M. Holdich. 1995. Conservation and management of crayfish in Britain. *Freshwater Crayfish* 10:92-97.
- Rojas, Y. 1999. Importancia de los caracteres sexuales secundarios en la taxonomía de especies del subgénero *Austrocambarus* en México. XV Congreso Nacional de Zoología, Tepic, Nayarit, Mexico, pag. 83.
- Rojas, Y., F. Alvarez. & J. L. Villalobos. 2002 Morphological Variation in the Crayfish *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*. Pp 311-317. In *Modern Approaches to the study of Crustacea*. E. Escobar Briones & F. Alvarez Eds. Kluwer Academic. 376 pags.
- Romaire, R. P. 1986. Water and soil quality criteria for Procambarid crawfish farms (red swamp crawfish, *Procambarus clarkii* and white river crawfish, *Procambarus acutus acutus*). School of Forestry, Wildlife and Fisheries Louisiana State University.
- Romaire, R. P., Forester, J. S. & Avault, J.W. Jr., 1976. Length-weight relationships of two commercially important crayfishes of the Genus *Procambarus*. Third International Crayfish Symposium, Finlandia.
- Romaire, R. P., Forester, J. S. & Avault, J.W. Jr., 1977. Length-weight relationships of two commercially important crayfishes of the genus *Procambarus clarkii* (Girard) and *Procambarus acutus acutus* (Girard) (Decapoda, Cambaridae), in commercial ponds. *Aquaculture* 81:253-274.
- Romaire, R. P., Forester, J. S. & Avault, J.W. Jr., 1978. Growth and survival of stocked red swamp crawfish (*Procambarus clarkii*) in a feeding-stocking density experiment in pool. 4<sup>th</sup>. International Symposium of the International Association of Astacology, France.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. Mexico D.F. pags 156, 157.
- SEMARNAP. 2000. Carta Nacional Pesquera. Segunda Sección. Pag 58.
- Stein, R. A. 1977. Selective predation, optimal foraging and the predator-prey interactions between fish and crayfish. *Ecology* 58:1237-1253.
- Stewart, J., & J. Kennelly. 2000. Growth of the scyllarid lobsters *Ibacus peronii* and *I. chacei*. *Marine Biology* 136:921-930.
- Söderbäck, B. 1994. Interactions among juveniles of two freshwater crayfish species and a predatory fish. *Oecologia*, 100, 229-35.

- Teisser, G. 1960. Relative growth, 537-560pp. In: The Physiology of Crustacea. Vol.1 Metabolism and Growth (T.H. Wateman, ed.) Academic Press, New York, 6to Pp.
- Tuck, R. L., C. J. Cahpman, & J. A. Atkinson. 1997. Populations biology of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L) in the Firth of Clyde, Scotland I: Growth and density. *Journal of Marine Science* 54:125-135.
- Taylor, C. A. 1962. Growth equation with metabolic parameters. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 27:270-286.
- Taylor, C. A. 2002. Taxonomy and Conservation of Native Crayfish Stocks. Chapter 6. In *Biology of Freshwater Crayfish*. Ed. David M. Holdich. Pp. 236-255
- Taylor, C. A., Warren, M. L., Jr, Fitzpatrick, J. F., Jr., H. H. Hobbs III, R. F. Jezerinac, W. L. Pflieger & Henry W. Robinson. 1996. Conservation stauts of crayfishes of The United States and Canada. *Fisheries* I, 21(4):25-37.
- Taylor, C. A. & Redmner, N. 1996. The dispersal of the crayfish *Orconectes rusticus* in Illinois, with notes on species displacement and habitat preference. *Journal of Crustacean Biology*, 16:547-51.
- USFWS (U. S. Fish and Wildlife Service) 1994a. Endangered and threatened wildlife and plants, 50, CFR 17.11&17.12. Division of Endangered Species, U. S. Fish and Wildlife Service of Washington, DC.
- Vargas, Márquez F., 2005. Parques Nacionales de México. <http://www.planet.com/ecotravel/méxico/parques/nuevoleón2.html>
- Villalobos Figueroa, Alejandro. 1954. Estudios de los cambarinos mexicanos, XI: Una nueva subespecie de *Procambarus simulans* del estado de Nuevo León. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 25(1, 2): 289-298.
- Villalobos-Figueroa, A. 1955. Cambarinos de la Fauna Mexicana. (Crustacea: Decapoda) Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Pp 290.
- Villalobos-Hiriart, J. L., A. C. Díaz-Barriga & E. Lira-Fernández. 1993. Los crustáceos de Agua Dulce de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol Esp. (XLIV): 267- 290.
- Von Bertalanffy, L. 1938. Aquantitative theory of organic growth. Inquites of growth laws. II—Human Biology 10:181-213.

- Warren, Jr., M. L., & B. M. Burr. 1994. Status of freshwater fishes of the United States: overview of an imperiled fauna. *Fisheries* 19(1):6-8.
- Williams, J. E., & R. J. Neves. 1992. Introducing the elements of biological diversity in the aquatic environment. *Trans. N. Am. Wildl. Nat. Resour. Conf.* 57:345-354.
- Williams, J. D., M. L. Warren Jr., K. S. Cummings, J. L. Harris, & R. J. Neves. 1993. Conservation status of freshwater mussels of the United States and Canada. *Fisheries* 18(9):6-22.

