



## Compromisos Ambientales Voluntarios



### “Estudio de la historia de vida de *Heleobia atacamensis*”

Informe Técnico Final. Objetivo específico N°4: Determinar el ciclo reproductivo de *Heleobia atacamensis* utilizando distribución de frecuencias de talla e histología gonadal.



## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>2 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
3.1 Objetivo general.....	3
3.2 Objetivo específico .....	3
<b>4 METODOLOGÍA .....</b>	<b>4</b>
4.1 Descripción del área de estudio.....	4
4.2 Ubicación de los puntos de muestreo .....	6
4.3 Recolección y preservación de las muestras .....	7
4.4 Ciclo reproductivo.....	8
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>9</b>
5.1 Ciclo reproductivo.....	9
<b>6 DISCUSION .....</b>	<b>12</b>
<b>7 CONCLUSIONES .....</b>	<b>14</b>
<b>8 REFERENCIAS .....</b>	<b>15</b>
<b>9 ANEXOS.....</b>	<b>18</b>
9.1 Control de cambios del documento.....	18
9.2 Equipo de trabajo.....	18
9.3 Permiso de Pesca de Investigación (SUBPESCA) N°1253/18.....	19
9.4 Permiso de Pesca de Investigación (SUBPESCA) N°1720/19.....	20

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-4-1 Sectores de estudio y tipos de sistemas hidrológicos definidos para este estudio....	4
Tabla 4-2. Puntos de muestreo en el sector Vegas de Tilopozo en el Salar de Atacama. Región de Antofagasta. ....	6
Tabla 5-1 Datos de frecuencias de tamaño en la población de <i>Heleobia atacamensis</i> de Tilopozo, Salar de Atacama.....	11
Tabla 9-1 Equipo de trabajo objetivo específico: Determinar el ciclo reproductivo de <i>Heleobia atacamensis</i> .....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 Área de estudio en el salar de Atacama. Se indican en recuadro rojo donde se obtuvieron las muestras para análisis en el sector de Vegas de Tilopozo. Fuente: Elaboración propia.....	5
Figura 4-2 Puntos de muestreo en el sector de Tilopozo en el Salar de Atacama, región de Antofagasta.....	7
Figura 4-3 Sector Vegas de Tilopozo, pozo desde donde se extrajeron ejemplares para análisis de estrategia reproductiva. Fuente: Elaboración propia.....	8
Figura 5-1 Histograma de frecuencias de tamaño en la población de <i>Heleobia atacamensis</i> de Tilopozo, Salar de Atacama. Mes de noviembre de 2018. Fuente: Elaboración propia. ....	9
Figura 5-2 Histograma de frecuencias de tamaño en la población de <i>Heleobia atacamensis</i> de Tilopozo, Salar de Atacama. Mes de marzo de 2019. Fuente: Elaboración propia. ....	10
Figura 5-3 Histograma de frecuencias de tamaño en la población de <i>Heleobia atacamensis</i> de Tilopozo, Salar de Atacama. Mes de mayo de 2019. Fuente: Elaboración propia. ....	10
Figura 5-4 Histograma de frecuencias de tamaño en la población de <i>Heleobia atacamensis</i> de Tilopozo, Salar de Atacama. Mes de julio de 2019. Fuente: Elaboración propia.....	11
Figura 5-5 A-E. Juveniles de <i>Heleobia atacamensis</i> de Tilopozo, Salar de Atacama. A) Ovicápsula con individuo no eclosionado en su interior. B) Ovicápsula con individuo no eclosionado en su interior en un mayor estado de desarrollo que el juvenil mostrado en A. C) Juvenil recién eclosionado representado por la protoconcha y una teloconcha insipiente. D, E) Juveniles con protoconcha y teloconcha. Tamaño: A= 330 $\mu\text{m}$ ; B= 330 $\mu\text{m}$ ; C= 500 $\mu\text{m}$ ; D= 1.0 mm; E= 1.2 mm Fuente: Elaboración propia. ....	12

## 1. RESUMEN

Los pequeños caracoles de la familia Cochliopidae habitan una variedad de ecosistemas de agua dulce y salobre principalmente en la región Neotropical. El género *Heleobia* Stimpson, 1865 es el más especioso de la familia, con cerca de 90 especies, muchas de ellas siendo morfológicamente similares, lo que ha dificultado su identificación. El presente estudio aporta datos sobre la historia de vida de *Heleobia atacamensis*, una especie endémica y restringida al Salar de Atacama en el norte de Chile, específicamente al sector de Vegas de Tilopozo según resultados genéticos y morfológicos de este mismo estudio. El estudio de ciclo reproductivo revela que *Heleobia atacamensis* incorpora reclutas a la población en las cuatro estaciones del año de acuerdo con la presencia de juveniles recién eclosionados identificados en los meses de noviembre (2018), marzo (2019), mayo (2019) y julio (2019).

En las muestras estacionales también se encontró individuos juveniles de la especie. Esto sugiere que ***Heleobia atacamensis* se reproduciría de forma continua durante el año**. Los datos obtenidos podrían ser un aporte para futuros planes de manejo de esta especie en peligro de extinción (Decreto Supremo 52/2014 del Ministerio del Medio Ambiente en Chile).

## 2 INTRODUCCIÓN

El presente informe Técnico Final se realiza en el marco del “Estudio de la historia de vida de *Heleobia atacamensis*”, y se relaciona con los Compromisos Ambientales Voluntarios (CAV) adquiridos por Rockwood Lithium, actual ALBERMARLE Ltda., a través de la aprobación ambiental de su Proyecto “EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama” (RCA N°21/2016). En el mes de mayo del 2016 se entregó a la SMA un documento con la propuesta de las actividades que se desarrollarían en el marco de estos CAV, los cuales apuntan a la ampliación y profundización del conocimiento científico que se tiene de las especies biológicas y ecosistemas presentes en el Salar de Atacama, con el fin de aportar con información de base que permita nutrir nuevos lineamientos de manejo biológico y colaborar en los esfuerzos de conservación de estos ecosistemas. El detalle de dichos compromisos, incluyendo objetivos y metodología, se presenta en el Capítulo 5 del Anexo 2, de la Adenda 5 del EIA.

La región de estudio ubicada en el norte de Chile presenta un clima cálido y seco, con escasa ocurrencia de lluvias las que se concentran en la temporada estival (diciembre - marzo) cuando ingresan las masas de aire húmedo a la zona, provenientes de la cuenca amazónica, fenómeno identificado como "invierno altiplánico" (Vuille, 1996 fide in Aceituno 1996). Dentro de esta provincia biogeográfica se encuentra la Sub-Región del Desierto Andino que comprende al Salar de Atacama y alrededores con un clima Desértico Marginal de Altura y temperaturas medias de 10°C (DGA, 2004). La heterogeneidad espacial de estos sistemas hace que exista una elevada riqueza de especies, constituyendo áreas de concentración de la biodiversidad en la región altiplánica (“hot spot”). Tanto las especies animales como vegetales de estos lugares presentan un alto nivel de endemismo (Ahumada *et al.*, 2011).

En este sentido, en algunos de estos sistemas salinos dentro del Salar de Atacama, han sido registrados gasterópodos branquiados del género *Heleobia* Stimpson (Cazzaniga *et al.*, 2011), caracterizado por presentar individuos de pequeño tamaño que habitan en sistemas hidrológicos de agua dulce y salina (Biese, 1944, 1947). En el sector de Tilopozo, se registra la presencia de *Heleobia atacamensis* Philippi (1860), categorizada como una especie en Peligro Crítico según Decreto Supremo 52/2014 Ministerio del Medio Ambiente (MMA) en Chile. De acuerdo con Collado y colaboradores (2013), *H. atacamensis* estaría presente sólo en una localidad circunscrita al sector de Tilopozo, mientras que en el resto del salar existen poblaciones genéticamente diferenciadas, congruente con el aislamiento geográfico existente entre las lagunas del Salar de Atacama. El género *Heleobia* forma parte de la familia Hydrobiidae, la que se ha clasificado como una familia polifilética y que se caracteriza por su pequeño tamaño, además de alcanzar grandes densidades poblacionales (Wilke *et al.*, 2001). Poseen conchillas pequeñas, generalmente oval-elongadas a turriliforme, pudiendo ser trocoides o ampularoides de contorno convexo y en ocasiones carenados. La espira tiende a ser entre mediana y alta, con finas líneas axiales o transversales (Cuezco, 2009; Collado, 2011).

Debido a las presiones a las que puede verse expuesto el género *Heleobia* y por ende *Heleobia atacamensis*, es esencial conocer su historia de vida e identificar su distribución en la cuenca.

Por lo que, el presente documento corresponde a un informe que aborda el cuarto objetivo específico del estudio referente al ciclo reproductivo de la especie a través de distribución de frecuencias de talla e histología gonadal durante primavera 2018, verano, otoño e invierno 2019 realizadas por el Centro de Ecología Aplicada en colaboración con el Laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad del BíoBío, identificándose respectivamente el equipo de trabajo en el **Anexo 9.2**.

Dado que *Heleobia atacamensis* se encuentra en estado de conservación, el estudio cuenta con la autorización otorgada por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura mediante Resolución Exenta N° 1253/18 vigente para la campaña del periodo 2018 (**Anexo 9.3**) y Resolución Exenta N° 1720/19 vigente para la campaña del periodo 2019 (**Anexo 9.4**).

### 3 OBJETIVOS

A continuación, se presenta el objetivo general del proyecto “Estudio de la historia de vida de *Heleobia atacamensis*, comuna de San Pedro de Atacama, región de Antofagasta” el cual tiene una duración de 3 años. Por su parte, los objetivos específicos se enumeran como actividades a seguir para lograr el objetivo general. Dichas actividades se van realizando a lo largo de todo el estudio, por lo que el presente informe técnico corresponde fundamentalmente a las actividades realizadas en laboratorio de acuerdo con el **cuarto objetivo específico en relación con el ciclo reproductivo**.

#### 3.1 Objetivo general

Estudiar la biología, aspectos taxonómicos, ecología y genética del gasterópodo *Heleobia atacamensis*, existente en los complejos hidrológicos del Salar de Atacama.

#### 3.2 Objetivo específico

1. Determinar la abundancia y distribución de *Heleobia atacamensis* y *Heleobia sp.* en los complejos hidrológicos del Salar de Atacama.
2. Determinar a través de caracterización morfológica y molecular el rango de distribución espacial de *Heleobia atacamensis* en el Salar de Atacama.
3. Determinar los hábitos alimentarios de la especie mediante el análisis de contenido estomacal y observaciones en terreno de prácticas de forrajeo.
4. **Determinar el ciclo reproductivo de *Heleobia atacamensis* utilizando distribución de frecuencias de talla e histología gonadal.**
5. Determinar la estrategia reproductiva de *Heleobia atacamensis* a través de disecciones anatómicas del sistema reproductor, exámenes del tipo ovipostura y análisis de la protoconcha.

## 4 METODOLOGÍA

### 4.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio de todo el proyecto comprende 6 sectores del Salar de Atacama (**Tabla 4-4-1**) y que corresponden a: Tebenquiche (Laguna Tebenquiche); Soncor (Lagunas Barros Negros, Chaxa, Puilar); Complejo Aguas de Quelana; Peine (Lagunas Salada, Saladita e Interna); La Punta-La Brava (Lagunas La Punta, La Brava) y Vegas de Tilopozo.

Según su ubicación geográfica, los cuerpos de agua superficiales se agrupan por sistemas. En la zona norte se ubica la Laguna Tebenquiche en el cual se desarrollan actividades turísticas y que son administradas por la comunidad indígena de Coyo y Solor, siguiendo por el margen oriental del salar, se ubica el sistema Soncor, formado por las lagunas: Laguna Chaxa – Laguna Barros Negros, Canal Burro Muerto y Puilar. Bajando por el margen este se ubica el sistema de Aguas de Quelana, constituido por lagunas de carácter no permanente y hacia el sur oeste el sistema de La Punta-La Brava el cual incluye el sector sur de Tilopozo (Salas *et al.*, 2010). El Canal Burro Muerto y Laguna Chaxa – Laguna Barros Negros, son consideradas de carácter permanente y extensas, alimentadas por el canal Burro Muerto. Mientras que Puilar, Aguas de Quelana y La Punta – La Brava y Tebenquiche son cuerpos lacustres de extensión menor, cuyo origen se sitúa en afloramientos de agua subterránea ligados a cuñas salinas (Alonso & Risacher, 1983; Salas *et al.*, 2010). Sin embargo, el objetivo específico referente a ciclo reproductivo comprende solo el sector de **Vegas de Tilopozo** donde de acuerdo con la bibliografía, y los resultados genéticos y morfológicos de este estudio se encuentra la especie *Heleobia atacamensis*. Este sector se ubica en el extremo sur del Salar de Atacama y corresponde a un afloramiento de agua dulce, detectándose principalmente tres pozos profundos que se encuentran bordeados por abundante vegetación ribereña (**Figura 4-1**).

**Tabla 4-4-1 Sectores de estudio y tipos de sistemas hidrológicos definidos para este estudio.**

Sector	Sistema Hidrológico	Tipo de sistema
<b>Tebenquiche</b>	Laguna Tebenquiche	Laguna recarga subterránea
<b>Soncor</b>	Laguna Puilar	Laguna recarga superficial
	Laguna Chaxa	Laguna terminal
	Laguna Barros Negros	Laguna terminal
<b>Aguas de Quelana</b>	Aguas de Quelana	Afloramiento
<b>Peine</b>	Laguna Salada	Laguna intermedia
	Laguna Saladita	Laguna intermedia
	Laguna Interna	Laguna terminal
<b>La Punta- La Brava</b>	Laguna La Punta	Laguna recarga subterránea
	Laguna La Brava	Laguna recarga subterránea
<b>Vegas de Tilopozo</b>	Vegas de Tilopozo	Afloramiento

Fuente: Elaboración propia.

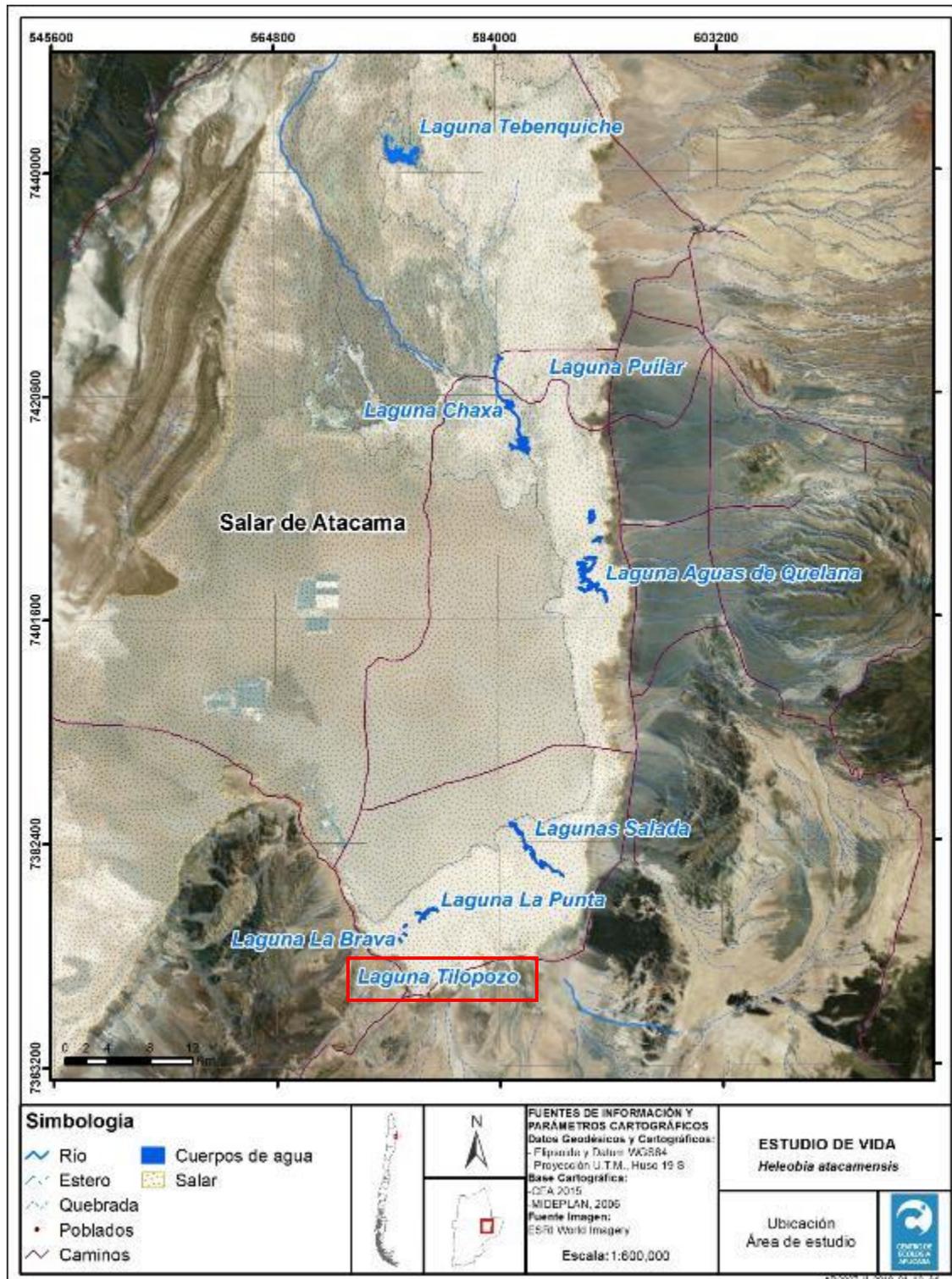


Figura 4-1 Área de estudio en el salar de Atacama. Se indican en recuadro rojo donde se obtuvieron las muestras para análisis en el sector de Vegas de Tilopozo. Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Ubicación de los puntos de muestreo

Se extrajeron ejemplares de *Heleobia atacamensis* con retención permanente en 3 sectores de las Vegas de Tilopozo (único sistema hídrico donde se ha registrado la especie según los resultados moleculares del segundo objetivo específico de este estudio). El diseño de muestreo contempló 7 puntos con retención permanente de la especie y que son presentados en la **Tabla 4-2** y **Figura 4-2**.

El muestreo se realizó a través de campañas estacionales realizadas durante los días 30 de noviembre del 2018 (primavera), 20 de marzo del 2019 (verano), 13 de mayo del 2019 (otoño) y el día 10 de julio del 2019 (invierno). Cabe destacar que las campañas realizadas durante verano e invierno, fueron campañas complementarias debido a que estas no se encontraba programada inicialmente en la propuesta técnica enviada a la SMA, esto principalmente porque los expertos científicos que trabajan en este objetivo consideraron necesario para los análisis del ciclo reproductivo tener al menos un muestreo estacional por el período de un año, por lo tanto, se incluyeron las estaciones de verano e invierno solo para este objetivo específico.

**Tabla 4-2. Puntos de muestreo en el sector Vegas de Tilopozo en el Salar de Atacama. Región de Antofagasta.**

Sector	Punto de muestreo	Este	Sur
<b>Vegas de Tilopozo</b>	TP-1	577836	7370329
	TP-2	577706	7369527
	TP-3	577757	7369361
	TP-4	577709	7369527
	TP-5	577846	7370331
	TP-6	577842	7370334
	TP-7	577842	7370329

Coordenadas UTM (WGS 84 HUSO 19 K). Fuente: Elaboración propia

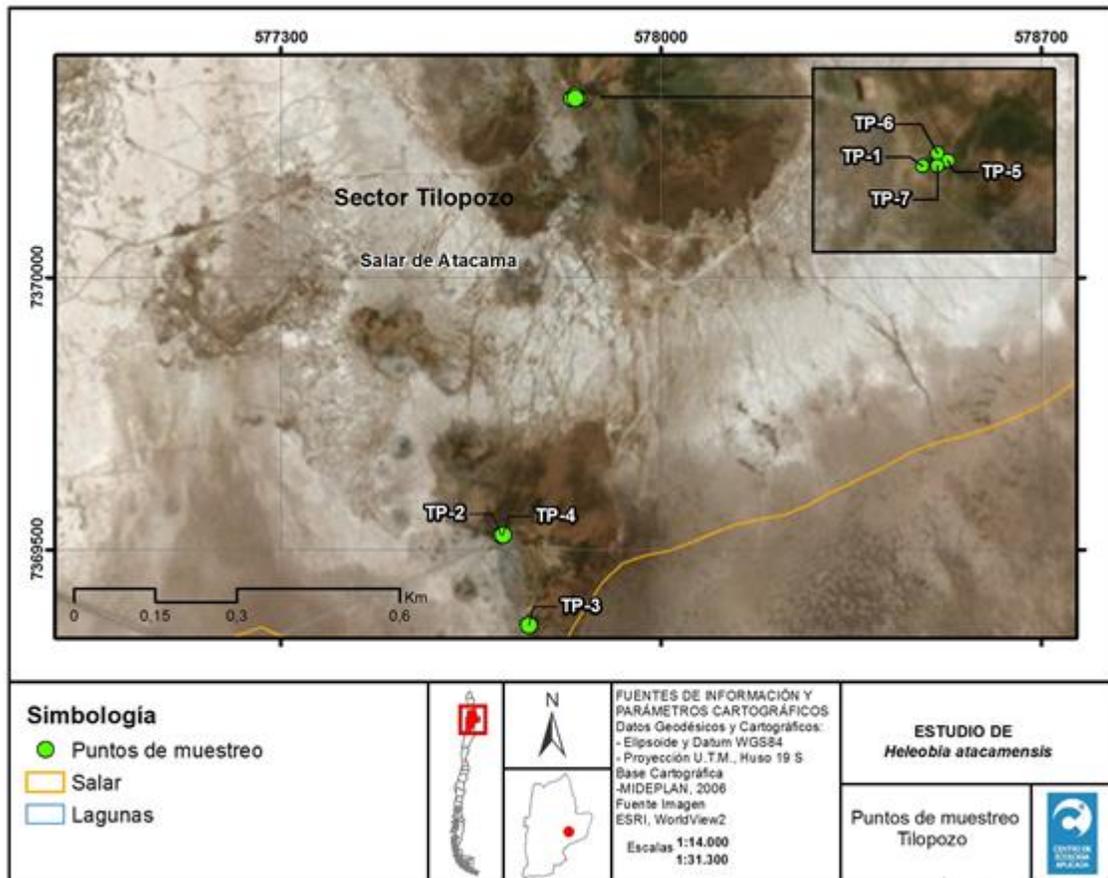


Figura 4-2 Puntos de muestreo en el sector de Tilopozo en el Salar de Atacama, región de Antofagasta.

### 4.3 Recolección y preservación de las muestras

Los individuos fueron colectados desde la vegetación ribereña utilizando un cedazo de malla de 1 mm (**Figura 4-1**). Se extrajeron ejemplares de *Heleobia atacamensis* con retención permanente según lo indicado en la Resolución Exenta N°1253/18 (vigente para primavera 2018) (**Anexo 9.3**) y Resolución Exenta N°1720/19 (vigente verano, otoño e invierno 2019) (**Anexo 9.4**). Los individuos colectados fueron preservados en etanol absoluto y almacenados en tubos falcon de plásticos de 15 mL a una temperatura > 4°C y enviados para su análisis al Laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad del BíoBío.



**Figura 4-3 Sector Vegas de Tilopozo, pozo desde donde se extrajeron ejemplares para análisis de estrategia reproductiva. Fuente: Elaboración propia.**

#### 4.4 Ciclo reproductivo

Para la estimación del periodo reproductivo y parámetros adicionales del ciclo de vida de *H. atacamensis* en laboratorio se midió la longitud de la concha (LC) de todos los caracoles mediante el uso de una reglilla milimétrica adaptada a un microscopio estereoscópico, con LC extendiéndose desde el ápice de la concha hasta el extremo más distal del peristoma. Posteriormente, los datos fueron tabulados para estimar distribuciones de frecuencias de tamaño (DFT) basadas en el tamaño del cuerpo (De Francesco & Isla, 2004a,b; Martin, 2008).

Cabe destacar que la histología gonadal propuesta en el objetivo específico no fue factible de realizar por el escaso muestreo y números de ejemplares permitidos de extraer de acuerdo a lo indicado en el permiso de investigación otorgado por SUBPESCA (R. EX. N°1253/18), en el cual se indica 10 ejemplares con retención permanente (primavera 2018). A pesar de que en la actualización del permiso (R. EX. N°1720/19) no se restringió el número de ejemplares para las campañas posteriores, se necesitaban muestras representativas de la población con 40 o más individuos por punto de muestreo. Dado que es una especie en categoría de conservación la época de reproducción se estimó a partir de los datos de presencia y frecuencia de ovicápsulas.

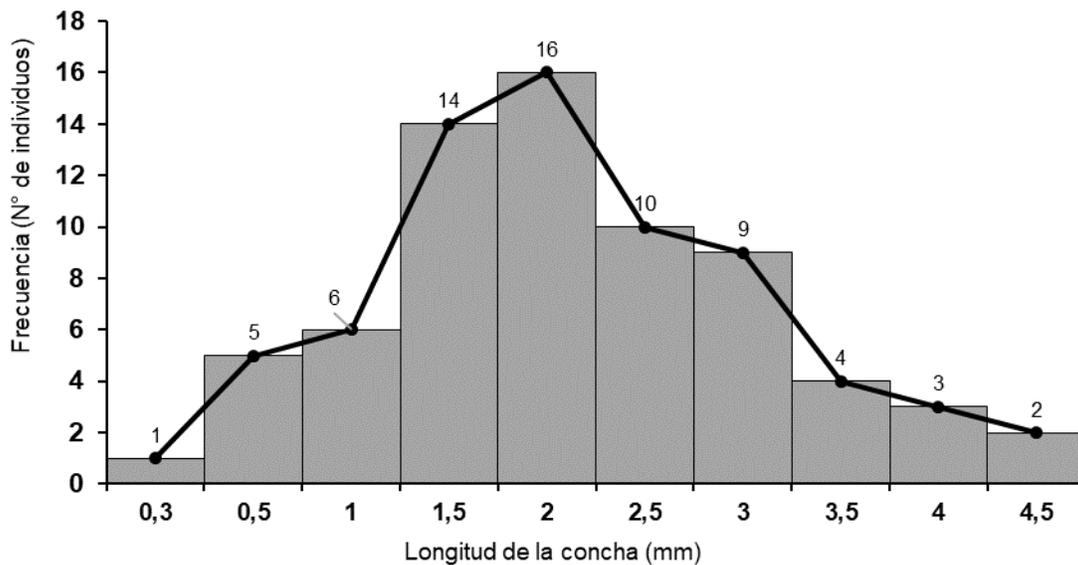
Los resultados son presentados por cada campaña de terreno un histograma de acuerdo a la longitud de la concha a través de 11 intervalos que van desde 0 a 5,5 milímetros. Estos intervalos están presentados en el eje "X" a través de una marca de clase que va desde 0,3 a 5 milímetros y corresponde al valor medio o promedio de cada intervalo. Mientras que en el eje "Y" se registra el número de individuos por cada intervalo.

## 5 RESULTADOS

El periodo reproductivo se evaluó en base a la estimación de frecuencias de tamaño a partir de individuos de *H. atacamensis* recolectados en Tilopozo y la presencia de ovicápsulas.

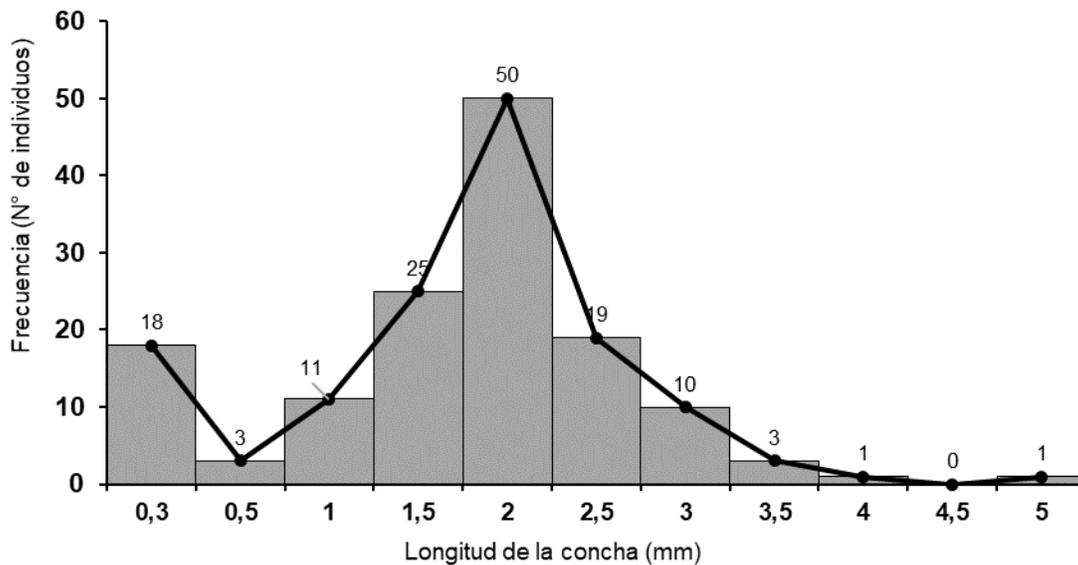
### 5.1 Ciclo reproductivo

En el mes de noviembre de 2018 los individuos colectados variaron su tamaño entre 0.35 y 4.9 mm, revelando la presencia de juveniles y adultos, como se aprecia en el histograma representado en la **Figura 5-1**, construido a partir de la **Tabla 5-1**. El histograma también muestra que la mayor cantidad de juveniles (longitud de concha menor a 2 milímetros) muestreados se encuentran en las marcas de clase 1.5 (14 individuos) y 2 (16 individuos). La muestra también contenía ovicápsulas con juveniles no eclosionados (2 individuos) (ver **Figura 5-5**).



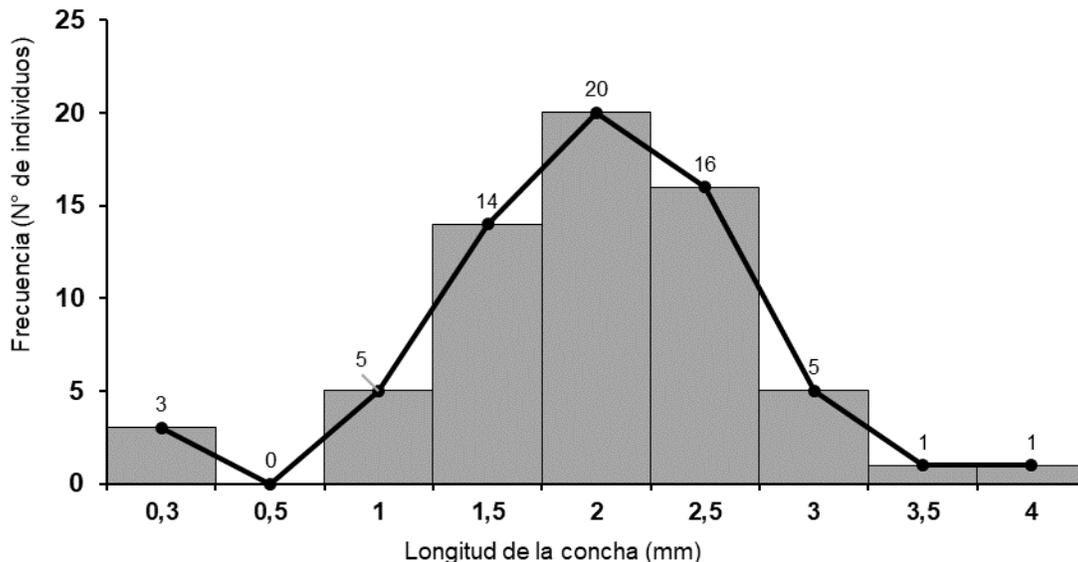
**Figura 5-1** Histograma de frecuencias de tamaño en la población de *Heleobia atacamensis* de Tilopozo, Salar de Atacama. Mes de noviembre de 2018. Fuente: Elaboración propia.

En el mes de marzo de 2019 los individuos colectados variaron su tamaño entre 0.40 y 5.4 mm. También se encontraron juveniles de pequeño tamaño, pero en este caso en mayor cantidad que en el mes de noviembre de 2018. El tamaño de los individuos muestreados en marzo de 2019 se representa en el histograma de la **Figura 5-2**, construido a partir de la **Tabla 5-1**. El histograma también muestra que la mayor cantidad de juveniles se encuentran en las marcas de clase 1.5 (25 individuos) y 2 (50 individuos). La muestra también contenía ovicápsulas con juveniles no eclosionados (2 individuos) (ver **Figura 5-5**).



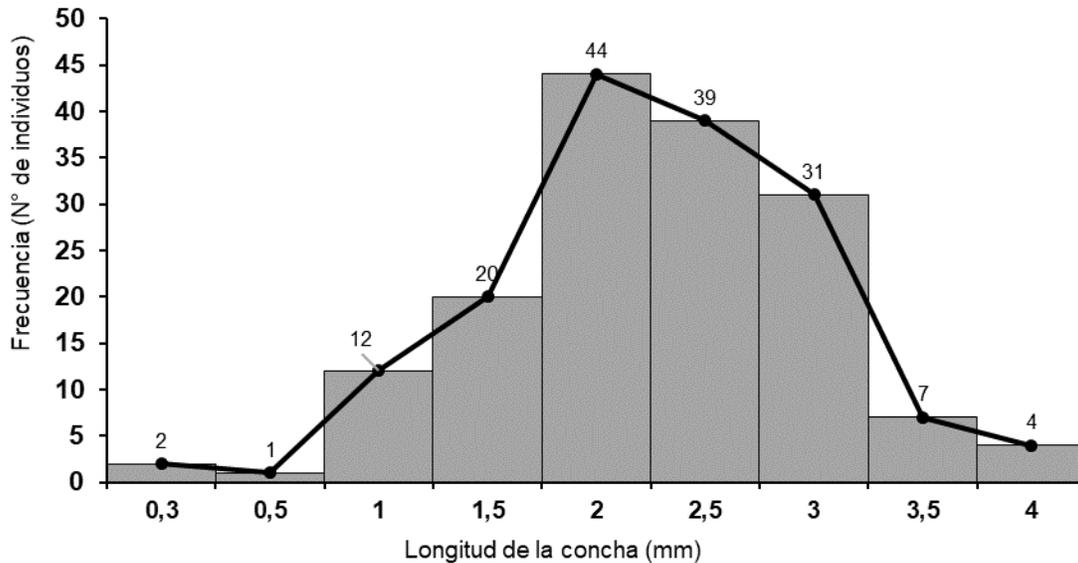
**Figura 5-2** Histograma de frecuencias de tamaño en la población de *Heleobia atacamensis* de Tilopozo, Salar de Atacama. Mes de marzo de 2019. Fuente: Elaboración propia.

En el mes de mayo de 2019 los individuos colectados registraron un tamaño que varió entre 0.35 y 4.1 mm. El tamaño de los individuos muestreados se representa en el histograma de la **Figura 5-3**, construido a partir de la **Tabla 5-1**. El histograma también muestra que la mayor cantidad de juveniles se encuentran en las marcas de clase 1,5 (14 individuos) y 2 (20 individuos). Se encontraron tres juveniles no eclosionados al interior de ovicápsulas (ver **Figura 5-5**).



**Figura 5-3** Histograma de frecuencias de tamaño en la población de *Heleobia atacamensis* de Tilopozo, Salar de Atacama. Mes de mayo de 2019. Fuente: Elaboración propia.

En el mes de julio de 2019 los individuos colectados variaron su tamaño entre 0.45 y 4.3 mm. El tamaño de los individuos muestreados se representa en el histograma de la Figura 5-14, construido a partir de la **Tabla 5-1**. El histograma también muestra que la mayor cantidad de juveniles se encuentran en las marcas de clase 1.5 (20 individuos) y 2 (44 individuos). Por su parte, los caracoles considerados adultos se encuentran mayormente en la marca de clase 2,5 (39 individuos). Se encontraron dos juveniles recién eclosionados a partir de ovicápsulas (ver **Figura 5-5**).



**Figura 5-4** Histograma de frecuencias de tamaño en la población de *Heleobia atacamensis* de Tilopozo, Salar de Atacama. Mes de julio de 2019. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5-1** Datos de frecuencias de tamaño en la población de *Heleobia atacamensis* de Tilopozo, Salar de Atacama.

Intervalos de frecuencia (mm)	Frecuencia absoluta (N° de individuos)				Marca de clase (				Frecuencia acumulada (N° de individuos)			
	nov-18	mar-19	may-19	jul-19	nov-18	mar-19	may-19	jul-19	nov-18	mar-19	may-19	jul-19
[0-0,5]	1	18	3	2	0,3	0,3	0,3	0,3	1	18	3	2
[0,5-1]	5	3	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	6	21	3	3
[1-1,5]	6	11	5	12	1	1	1	1	12	32	8	15
[1,5-2]	14	25	14	20	1,5	1,5	1,5	1,5	26	57	22	35
[2-2,5]	16	50	20	44	2	2	2	2	42	107	42	79
[2,5-3]	10	19	16	39	2,5	2,5	2,5	2,5	52	126	58	118
[3-3,5]	9	10	5	31	3	3	3	3	61	136	63	149
[3,5-4]	4	3	1	7	3,5	3,5	3,5	3,5	65	139	64	156
[4-4,5]	3	1	1	4	4	4	4	4	68	140	65	160
[4,5-5]	2	0	0	0	4,5	4,5	-	-	70	140	-	-
[5-5,5]	0	1	0	0	-	5	-	-	-	141	-	-

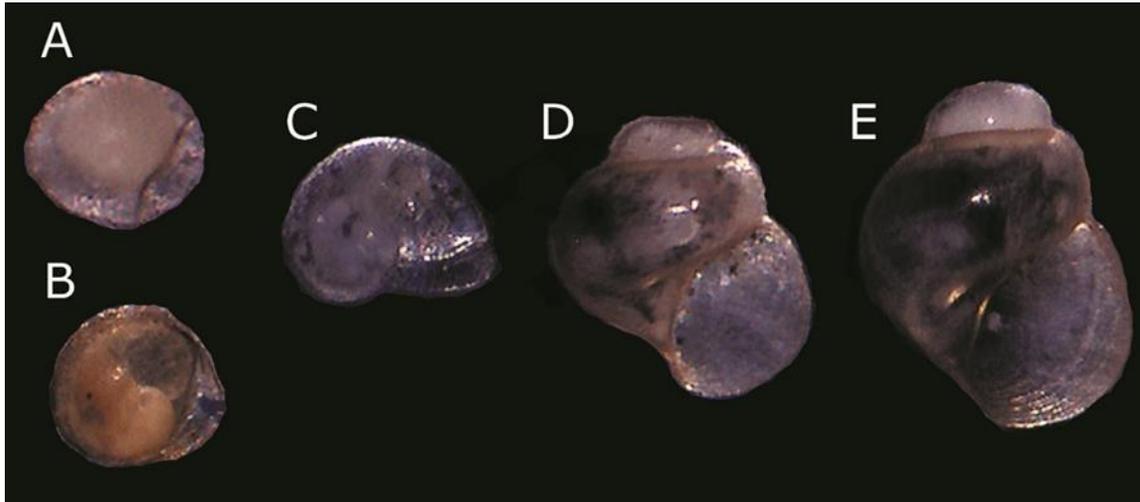


Figura 5-5 A-E. Juveniles de *Heleobia atacamensis* de Tilopozo, Salar de Atacama. A) Ovícula con individuo no eclosionado en su interior. B) Ovícula con individuo no eclosionado en su interior en un mayor estado de desarrollo que el juvenil mostrado en A. C) Juvenil recién eclosionado representado por la protoconcha y una teloncha insípida. D, E) Juveniles con protoconcha y teloncha. Tamaño: A= 330  $\mu\text{m}$ ; B= 330  $\mu\text{m}$ ; C= 500  $\mu\text{m}$ ; D= 1.0 mm; E= 1.2 mm  
Fuente: Elaboración propia.

## 6 DISCUSION

La especie *Heleobia atacamensis* es una especie endémica y restringida al Salar de Atacama en el norte de Chile, y que de acuerdo con lo reportado por Collado y colaboradores (2013) y a los resultados genéticos y morfológicos de este estudio, estaría presente sólo circunscrita al sector de Tilopozo. Existe escasa información sobre su biología y/o ecología, la mayoría aportada mayormente por Collado *et al.* (2011) y Collado (2013). La información también es escasa para otros congéneres. De hecho, por ejemplo, no hay datos sobre el modo de reproducción de las especies de *Heleobia* del continente europeo (Szarowska *et al.*, 2014).

En especies de *Heleobia* se ha mencionado que el periodo reproductivo presenta variaciones durante el ciclo de vida, pudiendo estar influenciado por variables biológicas y físicas tales como parasitismo, depredación, características ambientales y acción antropogénica (Carcedo & Fiori, 2012). Hasta ahora, los análisis indican que *Heleobia atacamensis* incorpora reclutas a la población de Tilopozo **en todas las estaciones del año**, pero principalmente en verano, a juzgar por la mayor presencia de cápsulas de huevos adheridas a la superficie de la concha de ejemplares adultos o macrófitas y a la presencia de juveniles recién eclosionados de la especie, lo que fue observado en muestras obtenidas en noviembre de 2018 y marzo, mayo y julio de 2019. En cada uno de estos muestreos también se encontró una gran cantidad de individuos juveniles, principalmente en verano e invierno. Estos antecedentes sugieren que *Heleobia atacamensis* se reproduciría de forma continua durante el año.

Esto es concordante con datos que se tienen de otras especies del género. *Heleobia parchappii* es capaz de desarrollar poblaciones permanentes en aguas salobres de Mar Chiquita, exhibiendo un ciclo estacional de actividad reproductiva desde la primavera al otoño, con dos picks principales de desove, uno en la primavera y otro en otoño, siendo este último más importante de acuerdo con la mayor abundancia de caracoles juveniles encontrados (De Francesco & Isla, 2004b). En esta especie se observaron cápsulas de huevos durante todo el período de estudio, que abarcó entre agosto de 1998 y agosto de 1999, sugiriendo un ciclo reproductivo continuo durante el año. De manera similar, en un estudio previo, Cazzaniga (1981) indicó que *H. parchappii* exhibe una alta tasa de natalidad a fines de la primavera y un pick más pequeño en invierno en poblaciones de los canales de drenaje del valle inferior del Río Colorado, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Para esta especie, Cazzaniga (1982) estableció los siguientes intervalos reproductivos según la longitud de la concha: subadultos prereproductivos de 2.5 a 4.1 mm, adultos de 4.1 mm a 5.55 mm y posreproductivos mayores a 5.55 mm. El autor también informó de ausencia de un periodo de recuperación gonadal y sugirió, a su vez, semelparidad en esta especie, implicando que *Heleobia parchappii* se reproduciría solo una sola vez durante su ciclo de vida. *Heleobia australis* recluta una vez al año durante el verano en el estuario de Bahía Blanca, con un ciclo de vida largo de aproximadamente 30 meses (~ 2,5 años) (Carcedo & Fiori, 2012). En general, en esta especie los reclutas (<2,5 mm) representan un pequeño porcentaje de la población total. Los datos obtenidos en el presente estudio indican que *Heleobia atacamensis* **recluta en las cuatro estaciones del año, lo que puede asociarse a condiciones más estables del agua en el pozón de Tilopozo.**

También se encontró variaciones en la tasa de crecimiento de la población, longitud de la concha y abundancia de reclutas en relación con las poblaciones más septentrionales de la especie. En *Heleobia australis* y *Heleobia conxa*, De Francesco & Isla (2004a) estimaron en ambas especies un ciclo estacional de actividad reproductiva que abarca desde la primavera (octubre) hasta inicios del invierno (junio) en Mar Chiquita, siendo más largo en *Heleobia conxa*. Por otro lado, en la población de *Heleobia piscium* de la Isla Martín García, Argentina, Martin (2008) informó que la temporada reproductiva tomó lugar durante seis meses de acuerdo con estimaciones de DFT (distribución de frecuencias de tamaño), extendiéndose desde comienzos del verano hasta mediados de otoño, cuando se observaron cápsulas de huevos adheridas a la superficie de la concha de algunos ejemplares. Este patrón, basado en un único esfuerzo reproductivo, difiere de otros congéneres estudiados según la autora. Mediante estudio histológico, en esta misma especie, con muestras también extraídas de Isla Martín García, se encontró que el período de maduración abarca desde enero a octubre, con evacuación de gametos comenzando en noviembre (primavera) y terminando en febrero (verano) (Martin & Díaz, 2016). Los resultados de este estudio también indicaron que *Heleobia piscium* exhibe un ciclo reproductivo sin un período de reposo.

## 7 CONCLUSIONES

- Se tomaron muestras estacionales de *Heleobia atacamensis* durante los meses de Noviembre 2018 (primavera), Marzo 2019 (verano), Mayo 2019 (otoño) y Julio 2019 (invierno) en el sector de Vegas de Tilopozo según lo dispuesto en la Resolución Exenta N°1720/19 que actualiza la N°1253/18 (inicio del estudio).
- El estudio de ciclo reproductivo indica que la población de *Heleobia atacamensis* de Vegas de Tilopozo incorpora reclutas a la población en las cuatro estaciones del año, esto dado por el alto porcentaje de individuos juveniles (< 2 mm) registrados en los periodos de muestreo (noviembre 2018 el 60%, en marzo 2019 un 76%, en mayo 2019 un 65% y julio 2019 un 49% del total de individuos muestreados). Por lo tanto, los resultados sugieren que la especie se reproduce continuamente durante todo el año.
- Los resultados presentados de ciclo reproductivo de *Heleobia atacamensis*, aportan información base que podría ser de utilidad para futuros planes de manejo biológico y colaborar en los esfuerzos de conservación de esta especie en peligro crítico (Decreto Supremo 52/2014).

## 8 REFERENCIAS

- Bickford, D., Lohman, D.J., Sohdi, N.S., Ng, P.K.L., Meier, R., Winker, K. Ingram, K.K. & Das, I. 2007. Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends Ecol. Evol.*, 22(3):148-155.
- Biese, W. A. 1944. Revision de los moluscos terrestres y de agua dulce provistos de concha de Chile. Parte I, Familia Amnicolidae. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 22, 169-190.
- Biese, W. A. 1947. Revisión de los moluscos terrestres y de agua dulce provistos de concha de Chile. Parte II, Familia Amnicolidae. *Boletín del Museo de Historia Natural, Chile*, 23, 63-77.
- Bouchet, P., Rocroi, J.P., Frýda, J., Hausdorf, B., Ponder, W.F., Valdés, Á. & Warén, A. 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacologia* 47: 1-397.
- Carcedo, MC. & Fiori, SM. 2012. Long-term study of the life cycle and growth of *Heleobia australis* (Caenogastropoda, Cochliopidae) in the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Ciencias Marinas* 38(4): 589–597.
- Cazzaniga, N.J. 2011. *Heleobia* Stimpson, 1865: Taxonomía, *In: Cazzaniga, N.J. (Ed.)*. El género *Heleobia* (Caenogastropoda: Cochliopidae) en América del Sur. *Amici Molluscarum* (Número especial): 11-17.
- Cazzaniga, N. 1980. Nota sobre los hidróbidos argentinos. I (Gastropoda: Rissoidea), Acerca de *Littoridina occidentalis* (Doering, 1884). *Neotropica* 26(76): 187–191.
- Cazzaniga, N. J., 1981, Estudios bioecológicos de gasterópodos dulceacuícolas relacionados con la invasión de canales por malezas acuáticas. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. 169 pp.
- Cazzaniga, N.J. 1982a. Nota sobre los hidróbidos argentinos. 5. Conquiliometría de *Littoridina parchappii* (d'Orbigny, 1835) (Gastropoda Rissoidea) referida a su ciclo de vida en poblaciones australes. *Iheringia, Série Zoologia* 61: 97–118.
- Cazzaniga, N.J. 1982b. Nota sobre los hidróbidos argentinos. II (Gastropoda: Rissoidea), Una *Littoridina* del “grupo *parchappii*” en Península Valdés (Chubut). *Revista del Museo de la Plata (Nueva Serie)* 13, Sección Zoología 129: 11–16.
- Collado, G. A. 2012. Nuevo registro de distribución geográfica y antecedentes de historia natural de *Heleobia chimbaensis* (Biese, 1944) (Caenogastropoda: Cochliopidae) en la costa del desierto de Atacama: implicancias para su conservación. *Amici Molluscarum* 20: 13-18.
- Collado, G.A. 2014. *Heleobia atacamensis* (Philippi, 1860). *In: 10º Proceso de Clasificación de Especies*. Ministerio del Medio Ambiente, Chile. [www.mma.gob.cl](http://www.mma.gob.cl) (accessed 07.07. 2014)
- Collado, G.A. 2015. A new freshwater snail (Caenogastropoda: Cochliopidae) from the Atacama Desert, northern Chile. *Zootaxa* 3925 (3): 445–449.
- Collado, G.A. & Méndez, M.A. 2011. Estrategias reproductivas y tipos de desarrollo en especies endémicas del género *Heleobia* Stimpson, 1865 (Caenogastropoda: Cochliopidae) de Chile. *Amici Molluscarum* (Número especial): 67-71.
- Collado, G.A. & Méndez, M.A. 2012. Los taxa nominales de moluscos descritos por Courty del Salar de Ascotán, Altiplano Chileno. *Revista Chilena de Historia Natural* 85: 233-235. (ISI)
- Collado, G.A., Méndez, M.A. Letelier, S. Veliz, D. & Sabando, M.C. 2011. Morfología peniana y taxonomía del género *Heleobia* Stimpson, 1865 en Chile junto a una revisión de los

- ejemplares tipo del Museo Nacional de Historia Natural de Chile. *Amici Molluscarum* (Número especial): 49-58.
- Collado, G.A., Valladares, M.A. & Méndez, M.A. 2013. Hidden diversity in spring snails from the Andean Altiplano, the second highest plateau on Earth, and the Atacama Desert, the driest place in the world. *Zoological Studies* 52, 50.
- Collado, G.A., Valladares, M.A. & Méndez, M.A. 2016a. Unraveling cryptic species of freshwater snails (Caenogastropoda, Truncatelloidea) in the Loa River basin, Atacama Desert. *Systematics and Biodiversity* 14(4): 417-429.
- Decreto Supremo N° 52/2017 (2014). Ministerio del Medio Ambiente en Chile. URL: [http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/Anexo\\_decimo\\_proceso/DS%2052\\_2014\\_DiariOficial\\_OficializaDecimoProceso.pdf](http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/Anexo_decimo_proceso/DS%2052_2014_DiariOficial_OficializaDecimoProceso.pdf).
- Collado G.A., Valladares M.A. & Méndez M.A. 2016b. A new species of *Heleobia* (Caenogastropoda: Cochliopidae) from the Chilean Altiplano. *Zootaxa* 4137: 277–280.
- De Francesco, C.G. & Isla, F.I. 2004a. The life cycle and growth of *Heleobia australis* (d'Orbigny, 1835) and *H. conexa* (Gaillard, 1974) (Gastropoda: Risssooidea) in Mar Chiquita coastal lagoon (Argentina). *Journal of Molluscan Studies* 70: 173-178.
- De Francesco, C.G. & F.I. Isla. 2004b. Reproductive period and growth rate of the freshwater snail *Heleobia parchappii* (d'Orbigny, 1835) (Gastropoda: Risssooidea) in a shallow brackish habitat (Buenos Aires Province, Argentina). *Malacologia* 45: 443–450.
- Gaillard, M.C. & de Castellanos, Z.A. 1976. Mollusca, Gasteropoda, Hydrobiidae. In: Ringuelet, R.A. (Eds.), *Fauna de agua dulce de la República Argentina*, 15 (2), pp. 1–39. [Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura (FECIC), Buenos Aires].
- Hershler, R. & Thompson, F.G. A review of the aquatic gastropod subfamily Cochliopinae (Prosobranchia: Hydrobiidae). *Malacological Review (Supplement)* 1992; 5: 1-140.
- Hubendick, B. 1955. XVIII. The anatomy of the Gastropoda. In: *The Percy Sladen Trust Expedition to Lake Titicaca in 1937*. *Transactions of the Linnean Society of London*, 1 (3), pp. 309–327.
- Marcus, E. & Marcus, E. 1963. On Brazilian supralittoral and brackish water snails. *Boletim do Instituto Oceanografico (São Paulo)* 13: 41–52.
- Marcus, E. & Marcus, E. 1965. On Brazilian supralittoral and estuarine snails. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Zoologia* 25: 19–82.
- Martin, S.M. 2008. Individual growth of *Heleobia piscium* in natural populations (Gastropoda: Cochliopidae) from the multiple use natural Reserve Isla Martin Garcia, Buenos Aires, Argentina. *Braz. J. Biol.* 68(3): 617-621.
- Martin, S.M. & Díaz, A.C. 2016. Histology and gametogenesis in *Heleobia piscium* (Cochliopidae) from the Multiple Use Reserve “Isla Martín García”, Buenos Aires, Argentina. *PeerJ* 4:e2548; DOI 10.7717/peerj.2548.
- Neves R.A.F., Valentin, J.L. & Figueiredo, G.M. 2010. Morphological description of the gastropod *Heleobia australis* (Hydrobiidae) from egg to hatching. *Braz J Ocean.* 58:247–250.
- Ovando, X.M.C. & De Francesco, C.G. 2011. El género *Heleobia* en el noroeste argentino. In: Cazzaniga, N.J. (Eds.), *El género Heleobia (Caenogastropoda, Cochliopidae) en América del Sur. Amici Molluscarum*, (Número Especial), pp. 22–25.

- Pastorino, G. & Darrigan, G. 2011. *Heleobia atacamensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T189150A8693243. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T189150A8693243.en>.
- Philippi, R.A. 1860. Reise durch die Wueste Atacama auf Befehl der chilenischen Regierung im Sommer 1853–54. Halle: E. Anton. 192 + 62 pp., 28 láminas.
- Ponder & Lindberg, 1997. Towards a phylogeny of gastropod molluscs; an analysis using morphological characters. Zoological Journal of the Linnean Society, 119: 83-2651.
- Pons da Silva, M.C. 1993. Datos morfológicos de *Heleobia parchappei* (Orbigny, 1835) (Prosobranchia, Hydrobiidae, Littoridininae). Iheringia, Série Zoologia 75: 81–87.
- Storer, T.I. & R.L. Usinger. 1960. Zoología general. Ediciones Omega S.A. Barcelona.
- Valdovinos, C. 2006. Estado de conocimiento de los gastrópodos dulceacuícolas de Chile. Gayana 70(1): 88–95.
- Valdovinos, C. 2008. Invertebrados dulceacuícolas. En: CONAMA. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y desafíos: 201–225. Santiago (Chile): Ocho Libros Editores, 640pp.
- Szarowska, M., Hofman, S., Osikowski, A. & Falniowski, A. 2014. *Heleobia maltzani* (Westerlund, 1886) (Caenogastropoda: Truncatelloidea: Cochliopidae) from Crete and species-level diversity of *Heleobia* Stimpson, 1865 in Europe, Journal of Natural History, 48:41-42, 2487-2500.

## 9 ANEXOS

### 9.1 Control de cambios del documento

CONTROL DEL DOCUMENTO				
Versión	Fecha	Elaborado por	Revisado	Aprobado por
0	02-09-20	Gonzalo Collado Elizabeth Chihuailaf	Natalia Muñoz	Jose Maria Peralta
<b>Versión Final</b>	02-09-20	Gonzalo Collado Elizabeth Chihuailaf	Natalia Muñoz	Jose Maria Peralta

### 9.2 Equipo de trabajo

Tabla 9-1 Equipo de trabajo objetivo específico: Determinar el ciclo reproductivo de *Heleobia atacamensis*

Nombre	Título	Especialidad	Cargo / Actividades
<b>Gonzalo Collado</b>	Biólogo Marino Doctor en Ecología y Biología Evolutiva	Malacología y Microscopía	Especialista en el grupo y análisis de rasgos morfo-anatómicos.
<b>Natalia Muñoz</b>	Bióloga Marina Ms(c) en Ciencias	Microbiología	Administradora del estudio. Coordinadora de actividades. Revisión de documentos.
<b>Elizabeth Chihuailaf</b>	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables	Limnología y Técnicas de Muestreo	Jefe de proyecto / Responsable de las actividades en terreno. Toma de muestras. Edición documento final.

### 9.3 Permiso de Pesca de Investigación (SUBPESCA) N°1253/18

REPÚBLICA DE CHILE  
 MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO  
 SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA  
 CASILLA 100-V  
**VALPARAÍSO**



AUTORIZA A CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA LIMITADA PARA REALIZAR PESCA DE  
 INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

(EXTRACTO)

Por Resolución Exenta N° **1253**  
 de esta Subsecretaría, autorizase a Centro de Ecología Aplicada Limitada para efectuar una pesca  
 de investigación de conformidad Términos Técnicos de Referencia del proyecto **\*Estudio de  
 historia de vida de *Heleobia atacamensis*, en cursos y cuerpos de agua dentro de la cuenca  
 del Salar de Atacama\***.

El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza consiste en  
 Estudiar la biología, aspectos taxonómicos, ecología y genética del gasterópodo *Heleobia  
 atacamensis*, existente en los complejos hidrológicos del Salar de Atacama.

La pesca de investigación se efectuará en un plazo contado desde la fecha de publicación de la  
 presente resolución de conformidad con lo establecido en el artículo 174 de la Ley General de  
 Pesca y Acuicultura hasta el 30 de septiembre de 2020, a ejecutarse en cursos y cuerpos de agua  
 dentro de la cuenca del Salar de Atacama, Región de Antofagasta, donde podrá efectuar los  
 muestreos indicados en la resolución extractada en los términos allí señalados.

La peticionaria designa como persona responsable de la presente pesca de investigación a don  
 Manuel Contreras Leiva.

El texto íntegro de la presente resolución se publicará en el sitio de dominio electrónico de la  
 Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.



**EDUARDO RIQUELME PORTILLA**  
 Subsecretario de Pesca y Acuicultura

VALPARAÍSO, 10 ABR. 2018

## 9.4 Permiso de Pesca de Investigación (SUBPESCA) N°1720/19

REPÚBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO  
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA  
CASILLA 100-V  
VALPARAÍSO

AUTORIZA A CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA LTDA.  
PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

(EXTRACTO)

1720

Por Resolución Exenta N° de esta Subsecretaría, autorizase a Centro de Ecología Aplicada Ltda., para efectuar una pesca de investigación de conformidad con el proyecto **"Estudio de Historia de Vida de *Heleobia atacamensis*, en Cursos y Cuerpos de Agua Dentro de la Cuenca del Salar de Atacama"**.

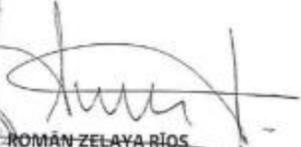
El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza consiste en estudiar la biología, aspectos taxonómicos, ecología y genética del gasterópodo *Heleobia atacamensis*, existente en los complejos hidrológicos del Salar de Atacama.

La pesca de investigación se efectuará a partir de la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el Artículo N° 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y hasta el 31 de octubre de 2020, a ejecutarse en cursos y cuerpos de agua dentro de la cuenca del salar de Atacama, Región de Antofagasta, donde podrá muestrear las especies indicadas en la resolución extractada en los términos allí señalados.

La peticionaria designa como persona responsable de la presente pesca de investigación a don Manuel Contreras Leiva.

El texto íntegro de la presente resolución se publicará en el sitio de dominio electrónico de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.



  
ROMÁN ZELAYA RÍOS  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)

VALPARAÍSO, - 7 MAYO - 2019

MINISTERIO DE ECONOMÍA FOMENTO Y TURISMO  
**SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA**  
PINV 098-2019 ESTUDIO DE HISTORIA DE VIDA DE HELEOBIA ATACAMENSIS.



AUTORIZA A CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA  
LTDA. PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN  
QUE INDICA.

VALPARAISO, - 7 MAYO 2019

RESOL. EXENTA Nº **1720**

**VISTO:** Lo solicitado por Centro de Ecología Aplicada Ltda., mediante C.I. SUBPESCA Nº 4303/2019, de fecha 5 de abril de 2019; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, en Informe Técnico Nº 098/2019, contenido en Memorándum Técnico (P.INV) Nº 098/2019, de fecha 11 de abril de 2019; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto "Estudio de Historia de Vida de *Heleobia Atacamensis*, en Cursos y Cuerpos de Agua Dentro de la Cuenca del Salar de Atacama", elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría; la Ley Nº 19.880; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, el D.F.L. Nº 5 de 1983, el D.S. Nº 461 de 1995, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; la Resolución Exenta Nº 332 de 2011, del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

**CONSIDERANDO:**

Que Centro de Ecología Aplicada Ltda., ingresó mediante carta citada en Visto, una solicitud para desarrollar la pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado "Estudio de Historia de Vida de *Heleobia Atacamensis*, en Cursos y Cuerpos de Agua Dentro de la Cuenca del Salar de Atacama".

Que mediante Memorándum Técnico (P.INV) Nº 098/2019, citado en Visto, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2º Nº 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, por cuanto es una actividad extractiva sin fines de lucro, cuya finalidad es obtener datos e información para generar conocimiento científico, para proteger la biodiversidad y el patrimonio sanitario del país.

Que la pesca de investigación que se solicita es de interés desde la perspectiva de la evaluación de impacto ambiental de actividades antrópicas.

Que dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.

Que de acuerdo a lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y el D.S. Nº 461 de 1995, citado en Visto, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

**RESUELVO:**

1.- Autorízase a Centro de Ecología Aplicada Ltda., R.U.T. 78.294.470-3, con domicilio en avenida Príncipe de Gales N° 6465, La Reina, Región Metropolitana de Santiago, para efectuar una pesca de investigación, de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Estudio de Historia de Vida de *Heleobia Atacamensis*, en Cursos y Cuerpos de Agua Dentro de la Cuenca del Salar de Atacama"**, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría y el informe técnico citado en Visto, los que se consideran parte integrante de la presente resolución.

2.- El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza consiste en estudiar la biología, aspectos taxonómicos, ecología y genética del gasterópodo *Heleobia atacamensis*, existente en los complejos hidrológicos del Salar de Atacama.

3.- La pesca de investigación se efectuará a partir de la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el Artículo N° 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y hasta el 31 de octubre de 2020, a ejecutarse en cursos y cuerpos de agua dentro de la cuenca del salar de Atacama, Región de Antofagasta.

4.- En cumplimiento de los objetivos de la presente pesca de investigación, se autoriza a la peticionaria la extracción con retención permanente de ejemplares contenidos en la matriz biológica según el siguiente detalle:

Matriz Biológica	Arte de Pesca, Equipos o elementos	Características
<b>Zoobentos</b> - <i>Heleobia atacamensis</i> - <i>Heleobia sp.</i>	Barrido superficie conocida	Cedazo 1 mm luz de malla
	Corer	Corer de 0,0037 m2.

5.- Para efectos de dar cumplimiento a las medidas establecidas en el programa de vigilancia, detección y control establecido por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura para la plaga *Didymosphenia geminata* (Didymo), el peticionario deberá:

- a) Desinfectar los equipos, artes, implementos, aparejos de pesca y demás fómites que entren en contacto directo con el agua; en el lugar en donde se efectúen las actividades en terreno, tanto al comienzo y término de cada muestreo y en cada estación, debiendo utilizar los protocolos descritos en la Resolución Exenta 332 de 2011 del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y el Manual para el Monitoreo e identificación de la microalga bentónica *Didymosphenia geminata* de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- b) Dar aviso a más tardar dentro de las primeras 24 horas, una vez terminadas las campañas de muestreo, a la Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, en caso que durante la ejecución de las actividades en terreno se sospeche de la aparición de dicha plaga en el área de estudio. De la misma forma, en caso de encontrar células de la plaga en los análisis posteriores, se deberá dar aviso al Servicio dentro del mismo tiempo indicado en el párrafo precedente.

6.- La peticionaria deberá informar a la oficina del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, con a lo menos dos días hábiles de anticipación, las fechas y lugares exactos en que se realizarán las jornadas de muestreo, para su control y fiscalización.

7.- La solicitante deberá elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos información de la obtención de muestras, de los materiales y métodos ocupados. Asimismo, se deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Además, se deberá disponer los resultados en un archivo electrónico en formato *shape* el cual deberá estar en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) referida al *Dátum WGS-84* considerando como atributo la categoría antes mencionada.

Lo anterior deberá ser entregado dentro del plazo de 30 días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado, y deberá entregarse impreso por medio de una carta conductora a la cual se le deberá adjuntar un dispositivo de respaldo digital que contenga una copia del informe más la base de datos solicitada.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

8.- Designase al Jefe de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, como funcionario encargado de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior.

9.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto o instrumento de negociación o situación de privilegio alguno.

10.- La peticionaria designa como persona responsable de la presente pesca de investigación a don Manuel Contreras Leiva, cédula de identidad N° 8.990.546-K, del mismo domicilio.

Asimismo, el Jefe de Proyecto y personal técnico participante del estudio corresponde a las personas que se indica, en las calidades que en cada caso se señalan, según la información señalada en el currículum vitae de cada uno de ellos:

Nombre	RUT	Profesión	Función
Manuel Contreras Leiva	8.990.546-K	Phd. en Cs. Biológicas	Ecología acuática
Marco Méndez Torres	8.545.428-5	Biólogo	Análisis morfológicos y genéticos
Elizabeth Chihuilaf Vega	17.604.598-1	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables	Métodos muestreo Limnológicos
Natalia Muñoz Herrera	16.375.146-1	Biólogo Marino	Ecología acuática
Leopoldo Fuentes Benítez	9.785.227-8	Mg. en Cs. Biológicas	Ecología de peces
Cristián Munizaga Martínez	10.922.039-6	Ingeniero Acicultor	Métodos muestreo Limnológicos
Manuel Segovia Chamorro	17.388.649-7	Biólogo Marino	Métodos muestreo Limnológicos
Joksan Araya Toro	16.987.649-5	Ingeniero Acicultor	Métodos muestreo Limnológicos

11.- La peticionaria deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.

12.- La presente resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

13.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

14.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley Nº 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

15.- La presente resolución deberá ser publicada en extracto en el Diario Oficial, por cuenta de la interesada.

16.- Transcribese copia de esta resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la División Jurídica de esta Subsecretaría.

**ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA, PUBLÍQUESE A TEXTO ÍNTEGRO EN LOS SITIOS DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA, Y ARCHÍVESE**

  
ROMÁN ZELAYA RÍOS  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)

RZR/CCS/A/T/CS  
  
DIVISION JURIDICA

Lo que transcribo para su conocimiento.

Saluda atentamente a Ud.

  
MARCELA ZÚÑIGA YUBETIC  
Jefa Departamento Administrativo (S)