



Universidad Austral de Chile
Centro Trapananda

INFORME DE AVANCE N°1

“Programa binacional de investigación biológica y pesquera para el manejo de la trucha marrón en la cuenca del Río Grande, Tierra del Fuego.”

CONTRAPARTE TÉCNICA

Comité INNOVA-Chile

PREPARADO POR:

Edwin Niklitschek¹, Pamela Toledo¹, Carolina Giese², Eduardo Hernández³.

¹Universidad de Los Lagos, Centro i~mar

²Centro Nacional Patagónico

³Universidad Austral de Chile, Centro Trapananda

Puerto Montt, 6 de junio de 2012

TABLA DE CONTENIDOS

1.Introducción.....	3
2.Materiales y Métodos.....	3
2.1. Área de estudio.....	3
2.2. Esfuerzo pesquero.....	4
2.3. Abundancia y rendimiento de especies de interés.....	5
2.4. Composición de especies y tallas.....	5
2.5. Abundancia.....	6
2.6. Mortalidad por pesca.....	7
3.Resultados	7
3.1. Composición de especies.....	7
3.2. Composición de tallas.....	8
3.3. Esfuerzo pesquero.....	14
3.4. Abundancia.....	14
3.4.1.Captura por unidad de esfuerzo.....	14
3.4.2.Evaluación directa.....	14
4.Discusión.....	18

1. Introducción

La población de trucha marrón anádroma del Río Grande sostiene una importante pesquería recreativa, reconocida a nivel mundial por el gran tamaño de los peces capturados y por las tasas relativamente altas de captura. Aun cuando se desconoce en detalle la estructura poblacional de la trucha marrón en este río binacional, es altamente probable que ambos países exploten una misma población, cuyo ciclo de vida incluye aguas chilenas y argentinas. Obedeciendo a su mayor desarrollo turístico y urbano en el área, Argentina concentra el mayor esfuerzo pesquero y exhibe niveles significativamente mayores de regulación, monitoreo y fiscalización sobre la pesquería. En contraste, Chile presenta niveles mucho menores de esfuerzo, acompañados de una muy baja fiscalización y de una mayor importancia relativa de actividades de pesca sin devolución, destacándose la realización periódica de campeonatos de pesca. Es evidente entonces que, cualquier plan de manejo del recurso, ya sea éste unilateral o bilateral, requiere de información biológica y pesquera unificada de toda la cuenca, trascendiendo la frontera administrativa de ambos países.

Atendiendo a lo expuesto, desde la temporada 2009-2010 se han venido realizando distintos esfuerzos de colaboración binacional orientados a desarrollar y aplicar métodos de evaluación directa independientes de la pesca, a incrementar el conocimiento biológico-pesquero de la población y a generar sistemas homólogos e integrados de información estadística en establecimientos turísticos y áreas de acceso público. En esta iniciativa han participado la Dirección de Recursos Hídricos del Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego, cotos y operadores de pesca recreativa de ambos países, el Club de Pesca y Caza de Cerro Sombrero, el Centro Nacional Patagónico y las universidades Austral de Chile y de Los Lagos. En el caso de la Universidad Austral de Chile, la presente propuesta se enmarca en el proyecto “Diseño de modelos de administración y valoración económica de recursos pesquero-recreativos en la Región de Magallanes”. Este proyecto busca diseñar modelos de manejo y administración del sector chileno de la cuenca del Río Grande, orientados a maximizar la calidad de la pesca deportiva y a resguardar la sustentabilidad del recurso.

El programa colaborativo se ha concentrado en alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- (1) Estimar la abundancia relativa y composición de tallas de la trucha marrón en distintas secciones del Río Grande, comparando métodos pesqueros e hidroacústicos.
- (2) Identificar y cuantificar la presión de uso ejercida sobre las poblaciones ícticas del Río Grande.
- (3) Estimar el flujo de peces adultos que remontan y descienden el río durante la temporada pre-reproductiva.

2. Materiales y Métodos

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se concentró en el Río grande, entre su confluencia con el Río Blanco (Chile) y su desembocadura en el Océano Atlántico (Argentina) (Figura 1). En este tramo, se concentra la mayor parte de la actividad recreativa local, chilena y argentina, y de la explotación turística del recurso, basada en las dos estancias chilenas (Ea. Cámeron y Ea. Onamonte) y las seis estancias argentinas (Ea. María Behety, Ea. José Menéndez, Ea. Despedida, Ea. San José, Ea. Aurelia, Ea. La Retranca) que colindan con el río.

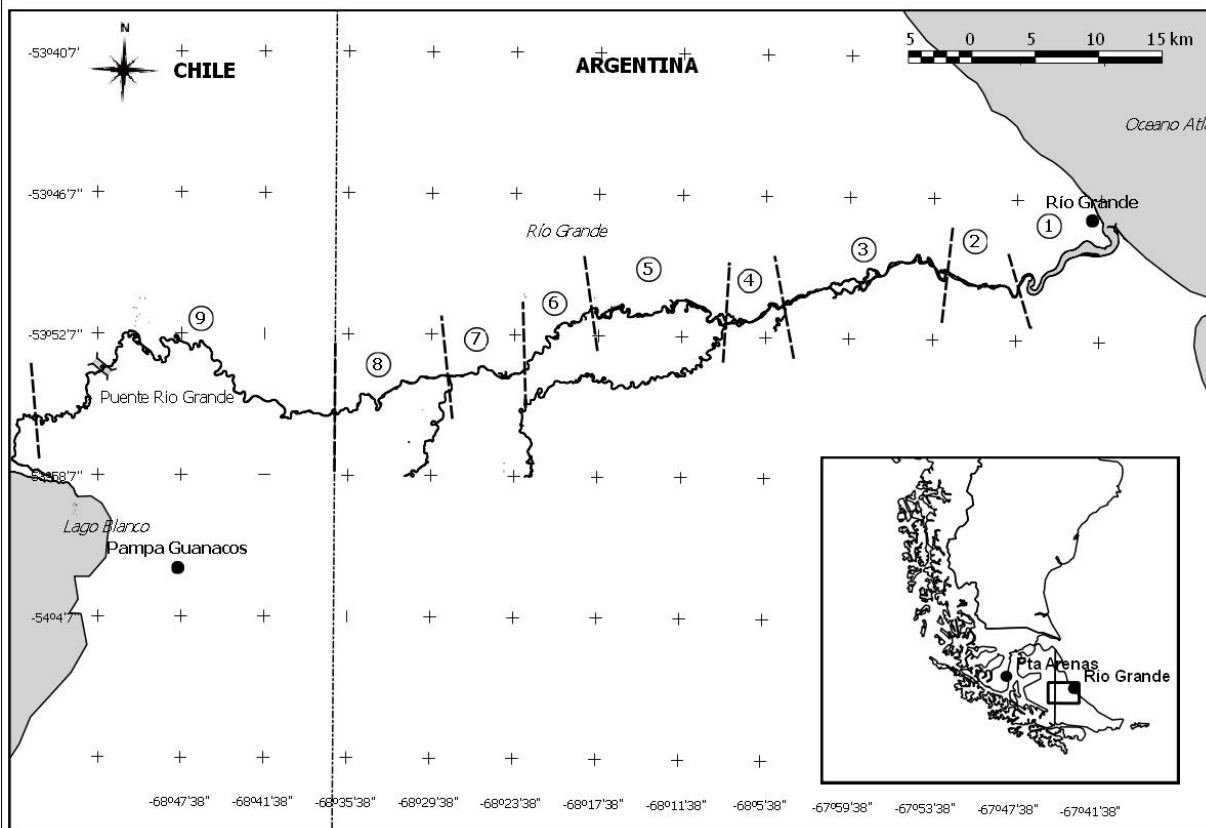


Figura 1: Río Grande, Región de Magallanes / Provincia de Tierra del Fuego, se puede observar las secciones en que fue dividido el río para realizar el estudio.

2.2. ESFUERZO PESQUERO

La presión de pesca ejercida sobre la sección chilena del Río Grande fue estimada a partir de dos fuentes principales i) conteo directo de pescadores participantes en campeonatos de pesca recreativa (temporadas 2008-2009 y 2009-2010); y ii) rondas de avistamiento y conteo directo de pescadores en días de actividad recreativa regular.

A la fecha se cuenta con información de 7 campeonatos de pesca recreativa (2009-2010) y de 25 días de actividad regular en los años 2009 (n=10) y 2011 (n=15). Durante 2009, los conteos se realizaron registrando los pescadores que ingresaron al río por el Puente del Río Grande entre 09:00 y 19:00 horas. Durante 2011, el muestreo se realizó en base a rondas de conteo que cubrieron entre la confluencia con el Río Blanco y el puente sobre el Río Grande. Cada día, se realizó tres rondas cuya hora de inicio fue elegida al azar dentro de los estratos “mañana” (8:00-11:00), “mediodía” (11:00-15:00) y “tarde” (15:00-19:00). Dentro de este tramo se identificó 5 puntos de avistamiento que fueron visitados sistemáticamente en cada ronda. El número de pescadores presentes en la sección observada fue extrapolado linealmente a la sección no observada.

Los resultados de ambos años fueron combinados con el fin de estimar un valor promedio de pescadores independientes por día, lo cual fue llevado a cabo ajustando un modelo lineal generalizado con función de enlace log y familia de distribución de errores Poisson.

2.3. ABUNDANCIA Y RENDIMIENTO DE ESPECIES DE INTERÉS

El índice de abundancia que más directamente impacta la percepción de la calidad de la pesca en los usuarios corresponde al rendimiento por hora de pesca o por excursión. Este indicador, conocido en pesquerías como captura por unidad de esfuerzo (CPUE), es una medida de abundancia relativa, asumido como proporcional a la abundancia absoluta de la población intervenida.

Atendiendo a la falta de normalidad de los datos y a la gran cantidad de observaciones nulas (captura=0) en el registro de datos, el valor promedio de la CPUE fue obtenido mediante una aproximación delta (Aitchison 1955; Pennington 1983), donde la probabilidad de éxito fue tratada separadamente de la media (condicional) de las capturas exitosas. Ambos estimados fueron obtenidos mediante modelos lineales generales. En el primer caso se empleó una función de enlace logit y se asumió una distribución binomial de los errores. En el segundo se empleó la función de identidad y se asumió una distribución log-normal de los errores. De este modo,

$$(4) \hat{CPUE}_s = \hat{p}_s \cdot \hat{CPUE}_s^+$$

$$(5) \hat{CPUE}_s^+ = \frac{1}{n_s^+} \sum_{i=1}^{n_s^+} \frac{C_{is}^+}{E_{is}^+}$$

donde,

\hat{CPUE}_s : promedio estimado de captura por unidad de esfuerzo de la semana s

\hat{p}_s : probabilidad estimada de éxito de pesca en la semana s

n_s^+ : número de excursiones muestreadas durante la semana s

C_{is}^+ : captura obtenida durante la excursión i dentro de la semana s

E_{is}^+ : esfuerzo (horas de pesca) acumulado durante la excursión i dentro de la semana s

2.4. COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y TALLAS

La composición de especies y tallas en la captura se obtuvo a partir de dos fuentes principales de información: i) muestreo de las capturas de los pescadores participantes en campeonatos de muestreo efectuados en la sección chilena del río, ii) registros de captura de pescadores con mosca proporcionados por operadores locales. La composición de especies y tallas en la población fue estimada mediante métodos hidroacústicos (ver sección 2.4.). Dada la resolución del equipo (2 cm a 10 m de distancia) y la dificultad para

discriminar entre peces pequeños y blancos inanimados, esta estimación excluyó los peces de talla inferior a 20 cm.

2.5. ABUNDANCIA

La estimación de la abundancia de adultos de trucha café anádroma se efectuó en base al conteo directo de los mismos por medio de una cámara video-acústica DIDSON operada con una frecuencia de 1,8 mHz, un lente vertical de 8°, y un ángulo de incidencia de 4° respecto a la superficie del río (Figura 2). Se registró las observaciones detectadas en un rango de muestreo de 10 m (2-12 m desde la cámara), utilizando una tasa de 7 cuadros por segundo. Los registros video-acústicos fueron obtenidos en estaciones fijas, distribuidas cada 10 m a lo largo del río. Dentro de una misma estación se registró 14 minutos cada 20 minutos, durante un período nominal de 4 h, durante el día, u 8 h durante la noche. Al final de cada período de observación, la cámara fue trasladada a una nueva estación, siguiendo un programa de permutaciones aleatorias.

Durante la temporada 2009-2010, se muestreó en dos sitios del río. El primero ubicado en la proximidad de la boca del río (Estancia María Behety, 53° 48,757' S, 67° 54,876' W), orientado a estimar el número total de peces retornantes. El segundo, ubicado a pocos kilómetros de la frontera argentino-chilena (Estancia San José, 53° 55,317' S, 68° 33,318' W), se orientó a estimar la fracción de individuos retornantes que ingresa a la sección chilenas del río. Durante la temporada 2010-2011, se agregó un tercer sitio de muestreo, ubicado en el área de confluencia con el Río Blanco, destinado a estimar la fracción de los individuos que remontan más allá de la principal área chilena de pesca recreativa.

El uso de esta nueva tecnología de observación demandó importantes esfuerzos de ajuste tecnológico que se vieron complicados con dos crecidas inusuales del Río Grande durante enero y febrero de 2010. En consecuencia, el período efectivo de observación en 2010 se limitó al mes de marzo de 2010, durante el cual existe evidencia histórica de un pulso reproductivo secundario, algo menor que el pulso principal de enero de cada año. En 2011, fue posible obtener observaciones adecuadas durante los meses de enero, febrero, marzo y abril, aunque durante este último mes no fue posible acceder al sitio de San José dado el deterioro del camino causado por una importante nevazón.



Figura 2: Montaje de la cámara DIDSON para evaluación de abundancia de trucha café en el Río Grande, Tierra del Fuego.

2.6. MORTALIDAD POR PESCA

la mortalidad asociada a los campeonatos fue estimada como el producto entre los promedios estimados de i) número de campeonatos por temporada, ii) número de pescadores por campeonato, y iii) número de peces capturados por especie, intervalo de talla, pescador y campeonato. La mortalidad asociada a la pesca recreativa de origen local en la zona pública de la ciudad de Río Grande fue asumida equivalente a los registros de captura de la Dirección de Recursos Hídricos. La mortalidad asociada a la pesca sin devolución (estancias chilenas y argentinas) fue estimada como el producto entre i) el número total de cañas por temporada y ii) el promedio de captura por especie, intervalo de talla y caña-día.

El muestreo de capturas de la pesca recreativa se realizó en el momento de finalización de la jornada diaria de pesca ya que por razones de competición los pescadores necesitan las piezas enteras para su pesaje. Se solicitó a los pescadores que quisieran colaborar con el proyecto la posibilidad de muestrear su captura, en lo posible esos ejemplares fueron medidos pesados y sexados, a los que se pudo se les extrajo los otolitos y escamas y estómagos con contenido para los análisis posteriores.

3. Resultados

3.1. COMPOSICIÓN DE ESPECIES

Se encontró diferencias significativas en la composición de especies entre las tres categorías de excursión analizadas. Estas diferencias correspondieron principalmente a la ausencia de salmón chinook *Oncorhynchus tshawytscha* en las capturas de la campaña de CPUE, y a la ausencia de registros de trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* en los registros de pescadores locales y campañas de CPUE (Figura 3). En efecto, al excluir los registros de trucha arcoiris, las diferencias entre categorías no fueron significativas. Una visión general de los datos, combinando todas las observaciones, indica que trucha marrón *Salmo trutta* representó un 97,2% de las capturas obtenidas en la sección chilena del Río Grande. Al considerar separadamente los dos ecotipos de esta especie, el ecotipo anádromo (“sea trout”) correspondió a un 19,0% del total de capturas, mientras que el ecotipo residente representó un 78,2% de este mismo total¹. La proporción observada entre los ecotipos residente y anádromo fue, por lo tanto, de aproximadamente 4:1. Las proporciones de salmón chinook y trucha arcoiris alcanzaron a sólo 1,4% cada uno.

¹ Es importante señalar que trucha café “anádroma” y “residente” corresponden a dos ecotipos de una misma especie y población, que se diferencian por sus historias de vida y rasgos fenotípicos. Aunque antiguamente estos dos ecotipos eran considerados como dos subespecies, no existe evidencia de que la anadromía o la residencia sean heredables. Hoy, son considerados patrones de historias de vida cuya “elección” estaría gatillada por condicionantes ambientales, aún no bien establecidas.

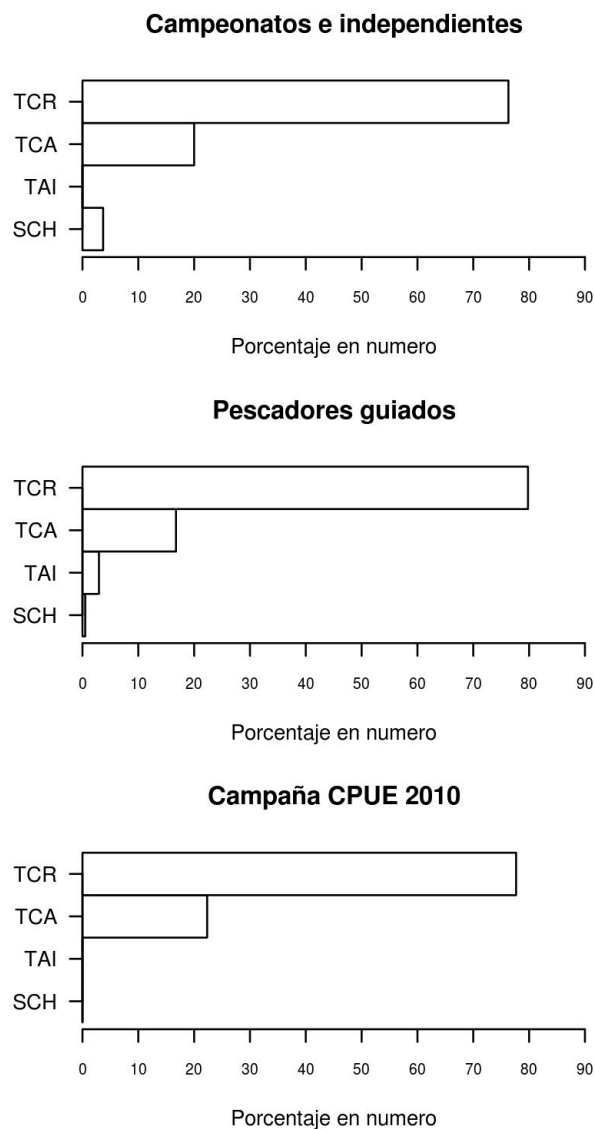


Figura 3: Composición de especies según tipo de excursión. TCR: trucha marrón residente o no especificada, TCA: trucha marrón anádroma, TAI: trucha arcoiris, SCH: salmón chinook.

3.2. COMPOSICIÓN DE TALLAS

La talla media de captura de trucha café en el Río Grande (2008-2011) alcanzó a 50,0 cm, con un rango entre 24,5 y 91,0 cm. La talla media de los seis registros de salmón chinook disponibles en las capturas de los pescadores locales (2008-2011) fue de 91,2 cm, con un rango observado entre 49,3 y 125,0 cm. No se contó con los datos de talla correspondientes a los 6 ejemplares de trucha arcoiris registrados por los guías locales.

La composición de tallas mostró diferencias significativas entre las capturas obtenidas durante campeonatos de pesca y excursiones independientes y aquellas obtenidas por pescadores guiados. Mientras que las primeras se concentraron fuertemente entre los 41 y los 55 cm, las segundas se distribuyeron mucho más homogéneamente a lo largo de todo el rango observado (Figura 4).

Tanto las tallas medias (Tabla 1) como la composición de tallas de la población en la naturaleza (Figuras 5 a Figura 7) mostraron diferencias significativas entre sitios de muestreo y entre meses. En María Behety, se observó un claro decrecimiento de la talla media y de la proporción de ejemplares >60 cm a partir de febrero (Figura 5), mientras que lo inverso ocurrió en Onamonte a partir de marzo (Figura 7). La dinámica de San José siguió un patrón similar al de Onamonte y mostró una fuerte predominancia de juveniles durante Enero, seguida por la evidente llegada de un contingente de adultos anádromos en febrero (Figura 6). La interpretación de la situación de San José en marzo se oscurece, sin embargo, por el reducido tamaño muestral durante marzo y la ausencia de observaciones en abril.

Tabla 1: Tallas promedio (cm) estimadas para la población de trucha marrón presente durante las 4 campañas de muestreo efectuadas en 2011. Datos excluyen tallas inferiores a 20 cm, dada la menor precisión relativa de las mediciones y la mayor dificultad de identificación de los blancos en tallas pequeñas.

Sitio de muestreo	Enero	Febrero	Marzo	Abril
María Behety	59,8 (1,04)	43,3 (2,97)	50,1 (3,28)	49,1 (1,99)
Onamonte	38,0 (1,51)	40,0 (1,58)	64,7 (2,39)	57,7 (2,63)
San José	37,9 (1,75)	44,4 (2,20)	72,1 (4,40)	

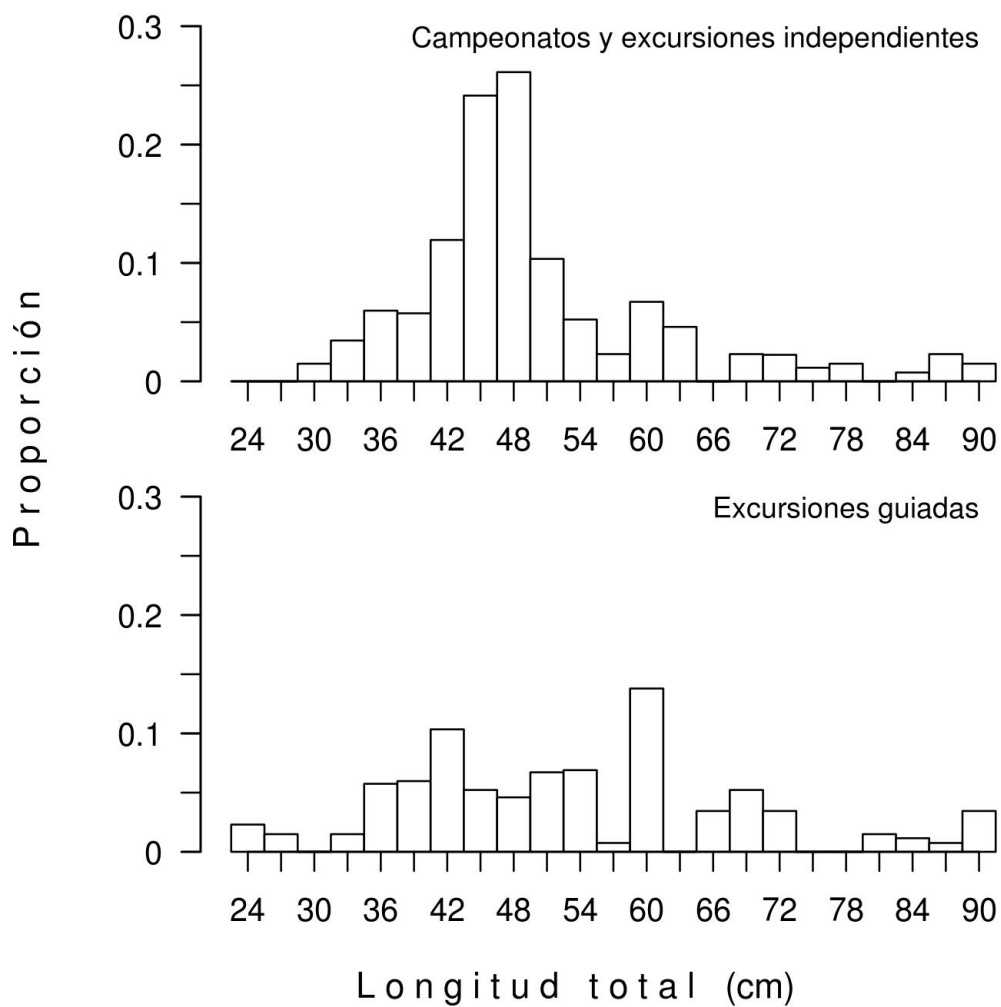


Figura 4: Composición de tallas de trucha marrón en capturas según tipo de excursión. Valores indican la marca de clase de intervalos de talla definidos cada 3 cm para acomodar reportes en pulgadas.

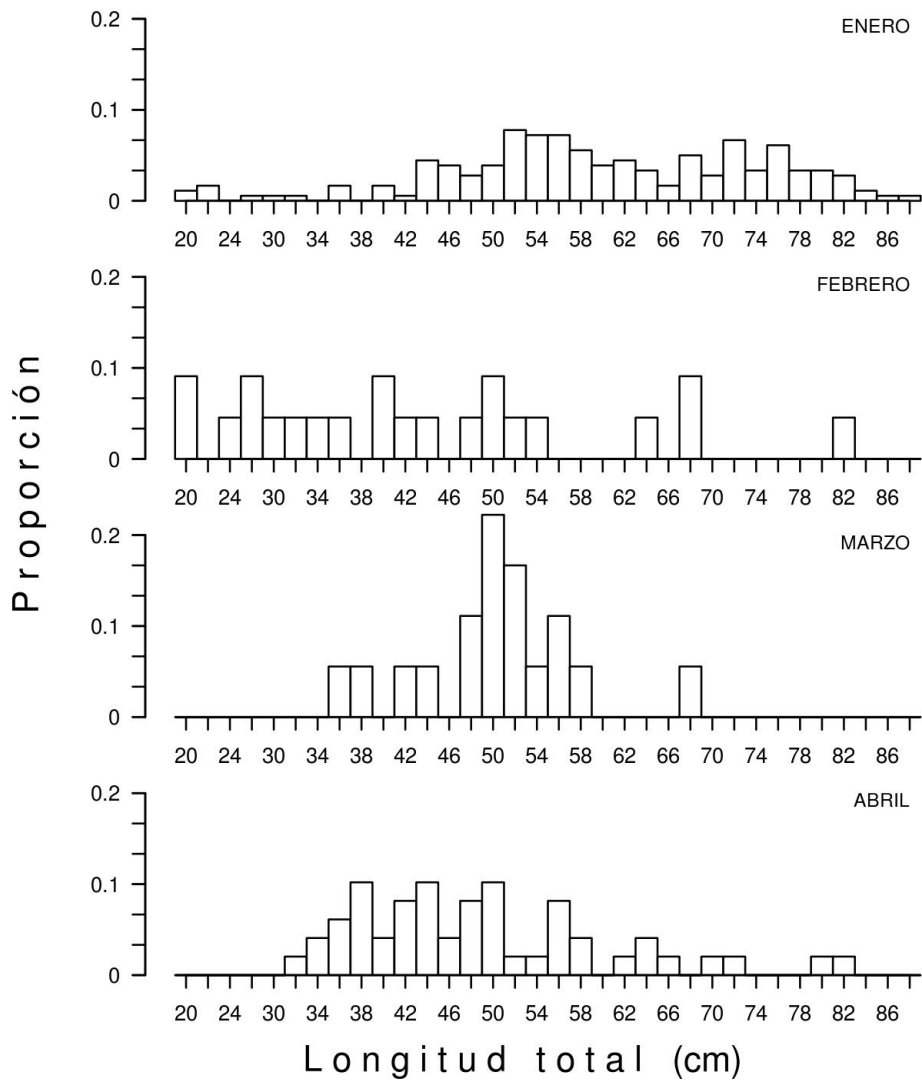


Figura 5: Composición de tallas de trucha marrón en la naturaleza, estimada acústicamente durante los meses de Enero a Abril de 2011 en el sitio de muestreo Estancia María Behety. Valores indican la marca de clase de intervalos de talla definidos cada 2 cm.

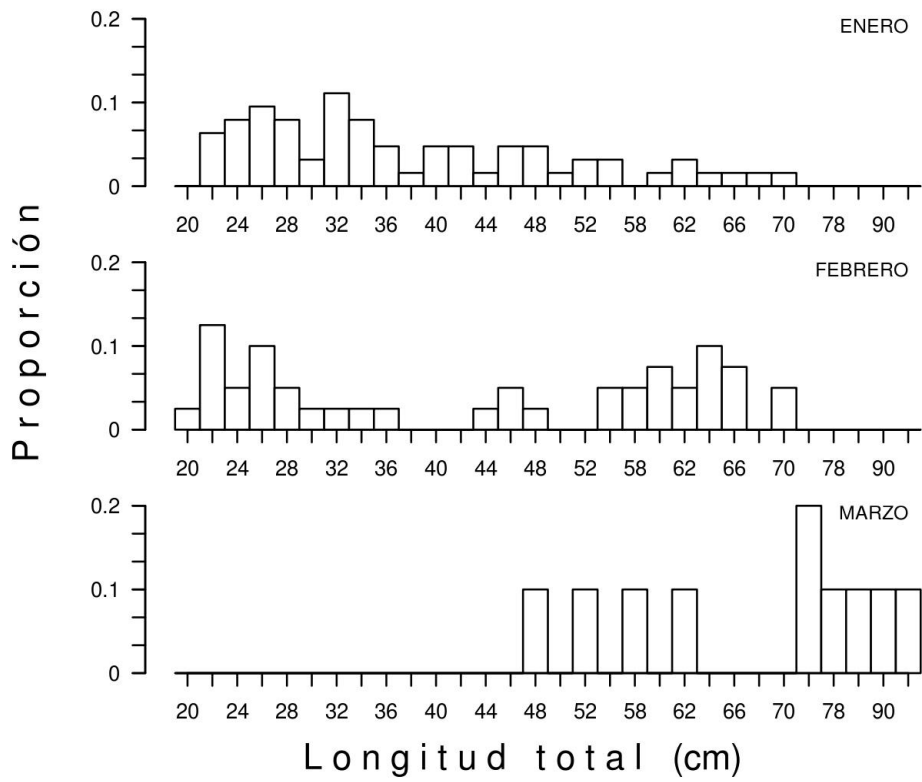


Figura 6: Composición de tallas de trucha marrón en la naturaleza, estimada acústicamente durante los meses de Enero a Marzo de 2011 en el sitio de muestreo Estancia San José. Valores indican la marca de clase de intervalos de talla definidos cada 2 cm.

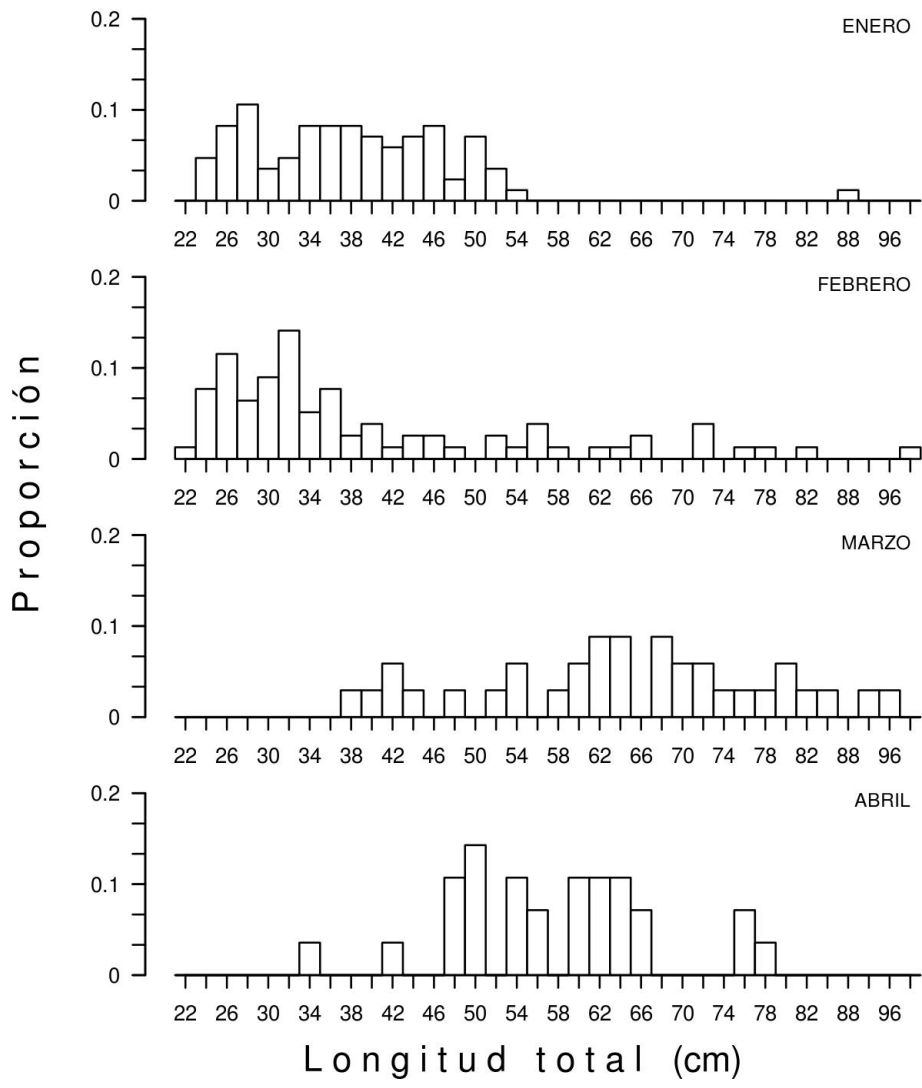


Figura 7: Composición de tallas de trucha marrón en la naturaleza, estimada acústicamente durante los meses de Enero a Abril de 2011 en el sitio de muestreo Estancia Onamonte. Valores indican la marca de clase de intervalos de talla definidos cada 2 cm.

3.3. ESFUERZO PESQUERO

Existen al menos tres clubes de pesca y caza que organizan visitas regulares al Río Grande. Se trata del Club Cerro Sombrero, propietario del Refugio Lago Blanco, y de los clubes Punta Arenas y Arcoiris. Tanto estos clubes, como otras organizaciones de carácter recreativo o turístico (cajas de compensación) organizan salidas y campeonatos de pesca, a los cuales se suman otros clubes de pesca que pasan a constituirse en equipos de competición. Se estima un número promedio de 7 salidas y campeonatos de pesca por año, con una participación promedio de 28 pescadores por salida o campeonato. Cada salida o campeonato cuenta, normalmente, con un sólo día efectivo de pesca en el río. De esta manera, es posible estimar un total de 196 excursiones por temporada asociadas directamente a los clubes de pesca y caza chilenos.

A partir del conteo directo de pescadores a orilla de río efectuado en la temporada 2010-2011, y excluidos los días de campeonato, fue posible estimar un número promedio de 1,6 pescadores por día \pm 0,25 (EE), los cuales suman un total estimado de 192 excursiones independientes de pesca durante la temporada. Finalmente, para el caso de los operadores locales de turismo, se estimó un número promedio (2009-2011) de 52 semanas-caña vendidas por temporada.

En síntesis, el esfuerzo pesquero en la sección chilena del Río Grande fue estimado en un total de 648 cañas-día por temporada. Este total se descompuso en un esfuerzo de 196 cañas-día en campeonatos y salidas de pesca realizados por clubes de pesca y caza; 192 cañas-día \pm 30 (EE) de pescadores independientes y 260 cañas-día de turistas guiados. De acuerdo a lo observado en terreno, es posible presumir que la totalidad del esfuerzo de campeonatos y excursiones independientes correspondió a modalidades de pesca sin devolución, mientras que lo contrario ocurrió en el caso de los turistas guiados.

3.4. ABUNDANCIA

3.4.1. Captura por unidad de esfuerzo

Estimaciones en desarrollo.

3.4.2. Evaluación directa.

Existieron diferencias significativas entre sitios y meses respecto de la densidad relativa de trucha marrón, estimada como el número de peces detectado por metro cúbico y hora en cada sitio (Figura 8). De esta manera, María Behety tendió a presentar densidades relativas significativamente mayores que los otros dos sitios, lo que se hizo particularmente evidente durante el mes de Enero. San José, por su parte, supero a los otros dos sitios durante el mes de marzo.

En términos de flujo neto diario (diferencia entre peces que suben y bajan el río) de adultos (>45 cm), los mayores flujos fueron observados durante febrero en María Behety (Figura 9), alcanzando un valor estimado de 820 adultos por día. Los menores flujos fueron estimados en marzo, donde ningún sitio de muestreo superó los 60 peces/día.

Considerando los valores de flujo neto ya indicados, y tomando como referencia al sitio María Behety, es posible estimar una abundancia total de adultos que remontaron el río

entre el 15 de enero y el 15 de abril de 2012 equivalente a $42.700 \text{ peces} \pm 5.840 \text{ (EE)}$. Aproximadamente un 22% de estos cruzaría la frontera administrativa y se haría vulnerable a la pesquería recreativa chilena (Tabla 2). Al considerar, sólo las piezas trofeo ($>65 \text{ cm}$), esta cifra baja considerablemente a cerca de 16.000 peces por temporada en María Behety y menos de 1.000 individuos alcanzando el final del sector utilizado por los pescadores chilenos (Tabla 3).

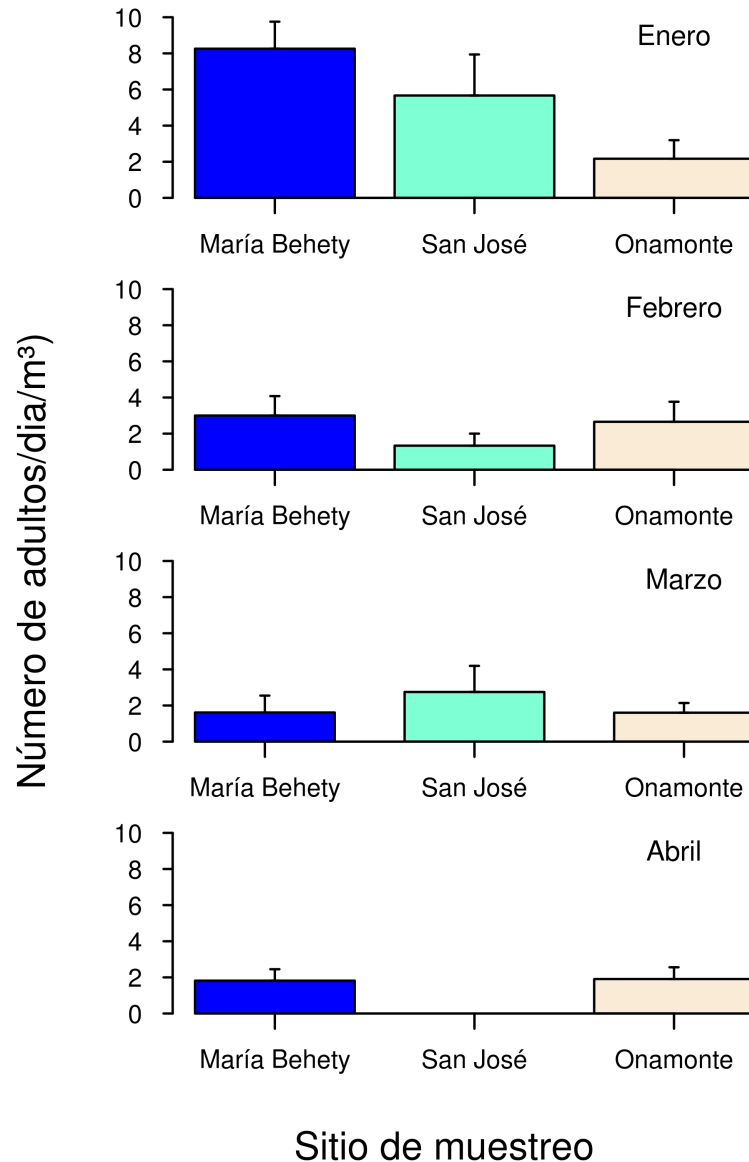


Figura 8: Densidad relativa de trucha marrón adulta ($>45 \text{ cm}$) en el Río Grande, según mes y sitio de muestreo. Cifras corresponden al número de peces detectados dividido por el volumen del

campo visual de la video-cámara acústica.

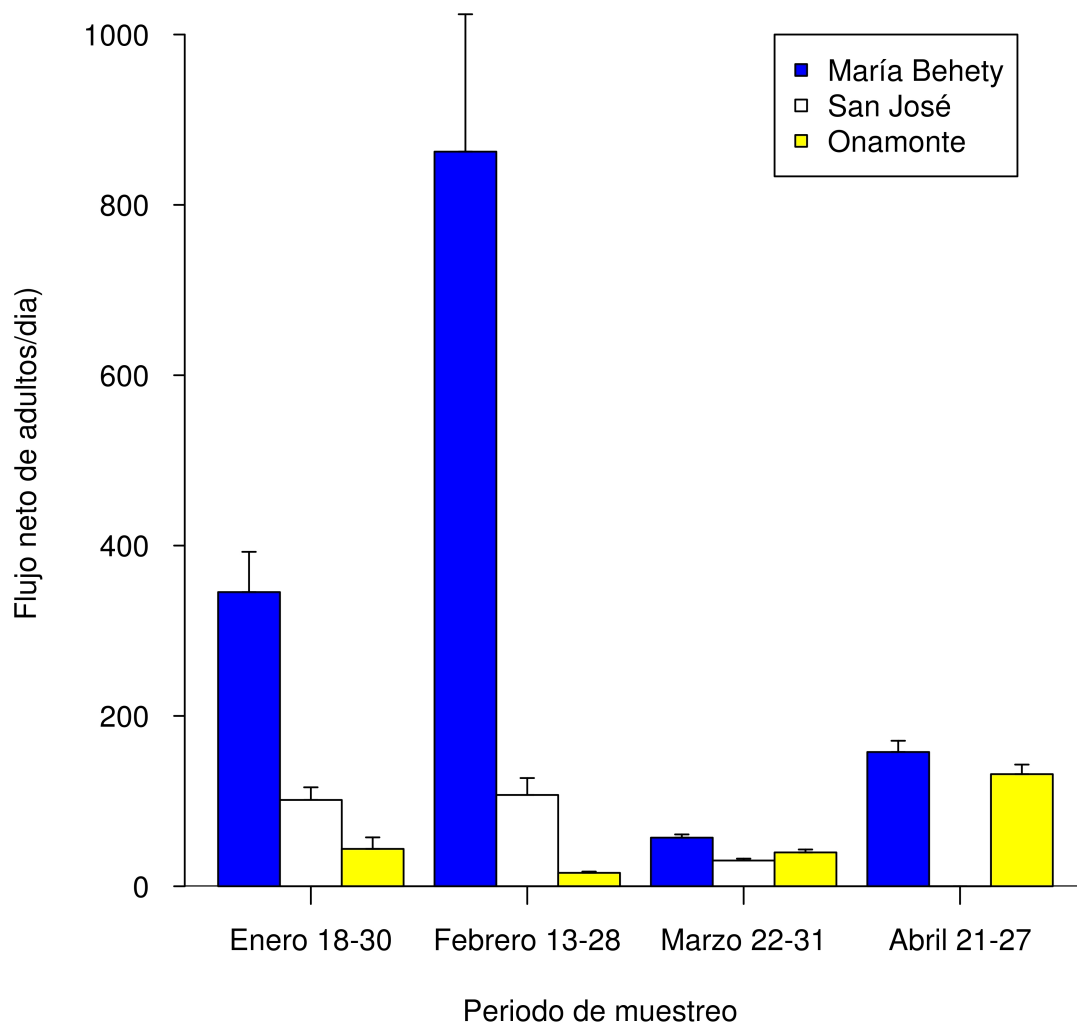


Figura 9: Flujo neto de adultos (>45 cm) en distintos sitios y periodos de muestreo del Río Grande. Valores corresponden a la diferencia entre el número de peces que remontan y que bajan el río.

Tabla 2: Abundancia de adultos (>45 cm) retornantes de trucha marrón que cruzan distintas secciones del Río Grande. Estimaciones basadas en la extrapolación lineal del flujo neto diario estimado a un período de inferencia de 120 días.

Estación	Flujo diario (individuos)	Error estándar	Flujo total (individuos)	Error estándar
María Behety	356	84.3	42677	5843
San José	80	14.4	9550	996
Onamonte	58	9.0	6930	623

Tabla 3: Abundancia de trofeos (>65 cm) de trucha marrón que se estima cruzan distintas secciones del Río Grande. Estimaciones basadas en la extrapolación lineal del flujo neto diario estimado a un período de inferencia de 120 días.

Estación	Flujo diario (individuos)	Error estándar	Flujo total (individuos)	Error estándar
María Behety	133	35.8	16019	2481
San José	19	2.7	2321	189
Onamonte	7	1.4	856	98

4. Discusión

En desarrollo