



INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME Nº 80

FAO : Proyecto PNUD/FAO - PER /76 /022

PARTE I: "INVESTIGACION Y RECOMENDACIONES ACERCA DE LOS RECURSOS HIDROBIOLOGICOS DEL SISTEMA DEL LAGO TITICACA-PERU"

PARTE II: "METODOS Y RECOMENDACIONES PARA EL MUESTREO DE PECES Y DE DATOS LIMNOLOGICOS EN LA ZONA LITORAL DEL LAGO TITICACA"

POR:

Dr. Thomas G. Northcote

Institute of Animal Resource Ecology
The University of British Columbia,
Vancouver, Canada

TRADUCCION Y EDICION DEL
EDITOR CIENTIFICO A. LANDA C.

CALLAO - PERU 1981

INVESTIGACIONES Y RECOMENDACIONES ACERCA DE LOS
RECURSOS HIDROBIOLOGICOS DEL SISTEMA DEL
LAGO TITICACA - PERU

por:

Thomas G. Northcote
Institute of Animal Resource Ecology
The University of British Columbia
Vancouver, Canada

Julio 31, 1979

EL COMITE DE PUBLICACIONES DEL INSTITUTO
DEL MAR DEL PERU SE COMPLACE EN AGRADECER
AL PROYECTO PNUD/FAO-PER/76/022 POR HABER
PROPORCIONADO LOS INFORMES DE SUS EXPERTOS
Y HABER CONTRIBUIDO ECONOMICAMENTE A LA
PRESENTE PUBLICACION DE LA TRADUCCION DE
LOS MISMOS HECHA POR EL EDITOR CIENTIFICO
DE IMARPE (DGC)

**INVESTIGACIONES DE LOS RECURSOS
HIDROBIOLOGICOS EN AGUAS CONTINENTALES**

El proyecto PNUD/FAO-PER/76/022 se inició en mayo de 1978 y terminará en diciembre de 1981. Sus objetivos principales son establecer las bases científicas para la administración racional de las pesquerías peruanas de aguas continentales y para su óptima utilización.

Algunos problemas específicos se resolvieron por medio de consultorías de corto tiempo encargadas a especialistas de renombre internacional cada uno de los cuales preparó un informe al terminar su trabajo. Debe ser entendido que tales informes fueron preparados principalmente para uso del director del proyecto como ayuda en el diseño y ejecución global del proyecto. Ellos deben por lo tanto ser vistos como tales y no como documentos sujetos a apreciaciones exhaustivas de todo su contenido.

De todos modos contienen, en su calidad de informes de los consultores, información particularmente valiosa para los especialistas que están trabajando en la biología pesquera de las aguas continentales del Perú, razón por la cual los presentamos en la serie de Informes de IMARPE.

GEORGE HANEK
Director del Proyecto

CONTENIDO

RESUMEN.....	5
INTRODUCCION.....	7
AGRADECIMIENTOS.....	9
REVISION DE LA LITERATURA.....	10
CURSOS CORTOS Y SESIONES DE ENTRENAMIENTO.....	14
EL SISTEMA DEL TITICACA.....	15
1. La cuenca atmosférica.....	15
2. La cuenca hidrológica.....	15
(1) Sub-cuenca Huancané.....	19
(2) Sub-cuenca del Ramis.....	20
(3) Sub-cuenca del Coata.....	21
(4) Sub-cuenca del Ilave.....	21
(5) Sub-cuenca del Suches.....	22
(6) Sub-cuenca del Ilpa.....	22
(7) Lagos dentro de la cuenca.....	23
3. Zona litoral.....	23
4. Zona pelagial.....	25
EVALUACION ACUSTICA DE LA ICTIOMASA.....	26
ESTIMACION DE LA CAPTURA TOTAL.....	27
ESTUDIOS ESPECIALES.....	28
1. Revisión del Programa del ORSTOM-UMSA en el Titicaca.....	28
2. Inspección del Laboratorio IMARPE Puno.....	28
3. "Plan de desarrollo escalonado".....	30
4. Muestreros para rastros de metales pesados en peces.....	31
5. Determinación de la edad.....	31
RECOMENDACIONES.....	32
1. Revisión de la literatura.....	32
2. Cursos cortos y seminarios.....	32
3. La cuenca atmosférica.....	33
4. La cuenca hidrológica.....	33
5. Zona litoral.....	34
6. Evaluación de la ictiomasa.....	34
7. Evaluación de capturas.....	35
8. Laboratorio de IMARPE Puno.....	36
9. Estudios de ciclos vitales.....	37
10. Estudios de interacciones de peces.....	38
11. General.....	39
PRICRIDADES.....	40
REFERENCIAS.....	42
APENDICES.....	44

RESUMEN

1. Se ha preparado una revisión computarizada de la literatura sobre el sistema del Lago Titicaca que contiene 275 referencias agrupadas en 25 sujetos generales. Los vacíos más saltantes se refieren a estudios de la cuenca hidrológica, a la limnología de la zona litoral, a la ecología bacteriológica y a las comunidades perifíticas, macrofíticas y zoobentónicas.
2. Se esboza los aportes y el intercambio entre los principales componentes del sistema - las cuencas atmosférica e hidrológica así como las zonas pelagial y litoral. La cuenca atmosférica puede ser una fuente importante de nitrógeno para las comunidades del lago. Aunque los aportes de los 5 tributarios más importantes en términos de los principales componentes químicos (cationes y aniones) son conocidos, los correspondientes a los principales micronutrientes (P,N) y a las trazas de elementos esenciales no lo son, ni tampoco la carga de otros materiales (sedimentos, contaminantes) que afectan la producción de los ríos y del lago. La organización y el funcionamiento de las comunidades de la zona litoral, que abarca más de una tercera parte de la superficie del lago, son muy poco conocidas a pesar de que aparentemente de esta región dependen mucho las comunidades de peces y su pesquería. La magnitud y los requerimientos de la comunidad de peces pelagiales todavía son desconocidos.
3. La evaluación acústica de la biomasa de las principales especies en las zonas pelagial y litoral profunda del lago no pudo llevarse a cabo por la carencia de una embarcación adecuada en condiciones operativas al momento. Se sugiere lo requerido para efectuar dicha evaluación.
4. La estimación de la captura total en el lago se está llevando a cabo mediante un programa de muestreo bien organizado en la porción peruana y sólo es necesario conseguir financiación y apoyo para extenderla al lado boliviano.
5. El trabajo de los biólogos del laboratorio de IMARPE en Puno se dificulta seriamente por falta de facilidades y de un presupuesto operativo. Se ofrecen sugerencias prácticas para mejorar esta situación.

6. Se ha esbozado las principales líneas de un plan de "desarrollo escalonado" para la mejor organización del trabajo que realizan los biólogos de IMARPE Puno en el sistema del Titicaca.
7. Se ofrece una serie de recomendaciones concretas respecto a las necesidades de biblioteca, comunicaciones, las cuencas atmosférica e hidrológica, las evaluaciones de ictiomasa y de captura, los requerimientos del laboratorio, los estudios de ciclos vitales y de interacciones y finalmente respecto a algunos problemas más generales.
8. Las recomendaciones se dan como una lista de prioridades con un orden aproximado de preferencias.
9. Algunos de los datos colectados durante la exploración de los tributarios han sido resumidos en formularios de trabajo de campo (Apéndice 2) que pueden ser de utilidad para organizar los resultados de futuras exploraciones.
10. Se sugiere algunos métodos para determinar la producción y la importancia de las macrofitas litorales y para evaluar la abundancia de peces en las mismas zonas del lago (Apéndice 6).

INTRODUCCION

Mi asignación como consultor con el Proyecto FAO/PER/76/022 en el Lago Titicaca se extendió desde principios de mayo hasta mediados de julio de 1979. Los términos de referencia requerían lo siguiente:

- (1) revisión de la literatura disponible acerca del Lago Titicaca.
- (2) presentación de un curso corto sobre macrodinámica de lagos.
- (3) desarrollo de métodos acústicos para la evaluación de ictiomasa en el Lago Titicaca.
- (4) desarrollo con los biólogos peruanos de procedimientos para la estimación de las capturas totales en el Lago Titicaca.
- (5) asistencia en la preparación de métodos estándar para el estudio de ciclos vitales de los peces más importantes (endémicos e introducidos) del Lago Titicaca.

El trabajo se llevó a cabo de acuerdo al itinerario siguiente:

- | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 - 5 mayo | Viaje de Vancouver a Lima. |
| 6 - 7 mayo | Discusión con el Principal Consejero Científico de IMARPE, Lima. |
| 8 mayo | Viaje a Arequipa; búsqueda de literatura en la Univ. Nac. San Agustín. |
| 9 mayo | Viaje a Puno. |
| 10-14 mayo | Conversación con personal de IMARPE Puno; preparación del área de trabajo de laboratorio; reseña del trabajo propuesto. |
| 15 mayo | Muestreo limnológico con el personal de IMARPE en el Lago Titicaca para revisar las técnicas y metodologías. |
| 16-18 mayo | Muestreo con el personal de IMARPE en los afluentes del Lago Titicaca para repasar y desarrollar técnicas de campo. |
| 19-20 mayo | Preparación final del curso corto en macrodinámica de lagos; conversación con el jefe científico del proyecto y el Dr. Chapman. |
| 21-25 mayo | Presentación de un curso corto en macrodinámica de lagos; consultoría con el personal de IMARPE sobre la estimación de capturas en el Lago Titicaca. |
| 26-29 mayo | Análisis preliminares de muestreo en afluentes, estandarización del equipo limnológico con el personal de IMARPE. |
| 30- 3 jun. | Inspección de algunas áreas principales de pesca en el Lago Titicaca, ayuda en la preparación del curso de entrenamiento para pescadores sobre estimación de captura; análisis de da- |

- tos de afluentes y del lago.
- 4 - 5 jun. Muestreo con el personal de IMARPE en los afluentes del Lago Titicaca.
- 6 - 8 jun. Viaje a Cuzco, Lima para la revisión de la literatura del Titicaca y consultorías.
- 9 -18 jun. Conversación con el científico principal del proyecto; presentación de la charla (SELA) y curso corto adicional para personal de IMARPE, Lima.
- 19-25 jun. Consulta con el personal de IMARPE de Puno, desarrollo preliminar del plan "paso a paso."
- 26 jun. Conversaciones con el personal del Ministerio de Pesquería del Criadero de Chucuito, del cultivo de trucha en jaulas y de la oficina de Puno.
- 27 jun. Muestreo con el personal de IMARPE en los afluentes del Lago Titicaca y los lagos de su cuenca.
- 28- 2 jul. Análisis de muestreo y preparación de datos, reseña de la revisión del proyecto y del plan "paso a paso."
- 3 jul. Presentación de la revisión del proyecto y el desarrollo del plan, discusiones con el personal de IMARPE Puno.
- 4 - 6 jul. Conversación con científicos de ORSTOM en La Paz acerca de las investigaciones del Titicaca, y planes futuros.
- 7 - 8 jul. Acabado del desarrollo del plan y discusiones finales con el personal de IMARPE Puno; preparación de muestreo de peces, empaque.
- 9 -11 jul. Viaje de Puno a Lima.
- 12-14 jul. Presentación de las recomendaciones preliminares a la plana mayor IMARPE y FAO en Lima; preparación inicial del informe del consultor.
- 15 jul. Viaje de Lima a Vancouver.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Homer Campbell por haberme dado la oportunidad de trabajar en un sistema tan interesante como lo es el del Lago Titicaca, y por su ayuda durante mi estadía en el Perú. El me dio alivio en momentos de mal de altura, resfríos, intoxicaciones y otros desórdenes.

El personal de IMARPE Callao e IMARPE Puno fue siempre servicial y comprensivo; particularmente con el idioma. Eufracio Bustamante, Director del Laboratorio de Puno, y su personal cooperaron conmigo en todo sentido y me brindaron una gran camaradería.

El Dr. B.S. Orlove me presentó y permaneció en Puno, Perú, mostrándome los lugares antropológicos más interesantes de la región.

Agradezco al Dr. D.W. Chapman, Dr. C. Berger, al Dr. J. Wilhelm y a Julián Torres por su ayuda como intérpretes.

La Sra. Ann Nelson, Bibliotecaria en el Instituto de Recursos Ecológicos de la Universidad de British Columbia, localizó varias referencias raras sobre el sistema del Titicaca.

Mi esposa, Heather, me ayudó durante el último mes de consultoría, especialmente en la selección de muestras y los análisis preliminares de contenidos estomacales.

Pedro Castillo nos condujo con seguridad por muchas millas de "caminos" y no-caminos para alcanzar las cabeceras de los afluentes del Titicaca.

REVISION DE LA LITERATURA

Antes de partir hice una investigación de la literatura publicada utilizando facilidades de la biblioteca de la Universidad de British Columbia y los servicios de préstamos entre bibliotecas. Además se utilizó el servicio de computación DIALOG entre enero 1969 y febrero 1979 para cubrir referencias de Eiosis Previous (Biological Abstracts and Bioreserach Index). Las palabras claves fueron Titicaca, Arapa, Umayo, Poopó y Altiplano, en busca de condiciones limnológicas (código-concepto de limnología = 07515), así como de recursos acuáticos y biología pesquera (cc = 07517) y de manejo de fauna silvestre acuática (cc = 07516). Además una investigación aparte utilizando como palabras claves Orestias, Trichomycterus, Telmatobrius culeus, ranas y sapos andinos del Titicaca. Finalmente SCISEARCH (enero 1974 a marzo 15, 1979) fue empleado para una investigación de autor y cita usando W. Villwock como palabra clave.

La cobertura adicional de literatura local fue obtenida en las investigaciones hechas en Arequipa (Universidad Nacional de San Agustín), Puno (Universidad Nacional Técnica del Altiplano; Laboratorio de IMARPE) y en La Paz (Universidad Mayor de San Andrés; Laboratorio de ORSTOM). El Dr. Fernando Zuma Zeballos del Departamento de Biólogos en UMSA gentilmente nos proporcionó una copia de su bibliografía sobre el Lago Titicaca como también lo hizo el Blgo. José Cuentas Ch. de la UNTA; estas últimas fuentes añadieron muchas referencias del trabajo contenido en tesis e informes regionales. Desafortunadamente debido a huelgas y carencia de tiempo no ha sido posible investigar por completo todas las posibles fuentes de literatura. Una mayor cobertura debe hacerse recurriendo a: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho; Universidades en Lima y Cuzco; Laboratorio de ORSTOM, La Paz; Laboratorio de IMARPE y oficinas del Ministerio de Pesquería, Lima. En total se han archivado, clasificado y registrado unas 275 referencias separadas que tratan de temas relevantes a la hidrobiología del sistema del Lago Titicaca en un formato que permite fácilmente las adiciones, las reclasificaciones y la búsqueda (Apéndice 1).

La cobertura de la literatura en 25 títulos temáticos está resumida en la Tabla N° 1. Muchas de las referencias geográficas son de estudios entre mediados de 1800 y mediados de 1900 y en su mayoría son informes descriptivos. Aunque algunos trabajos generales geológicos se hicieron en las postrimerías de la década del 30 y la del 40 (Moon, Newell), recientemente parece haber mucho interés en aspectos geológicos y geoquímicos en la cuenca del Titicaca, con el grupo ORSTOM particularmente activo.

Después de algunos estudios descriptivos de climatología de la cuenca, (Posnansky, Gelson, y Holmes), la mayor parte del trabajo básico ha sido destinado a interrelaciones entre condiciones climáticas hidrológicas dentro del lago, especialmente en términos de fluctuaciones cortas y largas en su nivel (Dávila, Kessler, Mondheim). Este mismo problema domina las publicaciones hidrológicas. Estudios importantes hidrológicos han aparecido recientemente como tesis en la Universidad Nacional Técnica del Altiplano. El grupo ORSTOM también ha sido activo en esta área con relación a ingresos hidroquímicos y circulación de iones principales (Carmouge et al.). Las mediciones físicas limnológicas sobre el Titicaca están en su mayor parte confinadas a los perfiles de temperatura y luz en unas cuantas estaciones pelágicas del lago. El balance calórico del lago ha sido calculado para 1973 (Kettel, Richerson), pero aparentemente no se ha hecho trabajo alguno sobre corrientes o sobre condiciones físicas en áreas cerca a la orilla. Similarmente, la limnología química básica ha sido descrita para varias estaciones frente a la costa pero poca atención ha sido prestada a la zona litoral especialmente en regiones como la Bahía de Puno donde son posibles marcadas diferencias.

Se encontró sólo una referencia referente a las condiciones bacterianas del lago, lo que indica la carencia de trabajo en este campo importante. La única mención de perifiton fue la encontrada en un antiguo trabajo sobre macrofitas (Tutin), a pesar del predominio de esta comunidad en la zona litoral donde debe contribuir significativamente a la producción primaria. Los pocos trabajos sobre macrofitas en el Titicaca son principalmente descripciones de especies junto con algunas informaciones de su distribución vertical en áreas locales (Allen, Schindler, Tutin). Poco trabajo cuantitativo ha sido hecho en la distribución o abundancia de macrofitas y nada sobre su contribución a la producción primaria. Estudios de fitoplancton, principalmente de regiones fuera de la orilla del lago, fueron principalmente descriptivos hasta el año 1970, cuando los aspectos de la producción fueron considerados por primera vez (Landa, Richerson, Widmer). Hay una gran serie de informes taxonómicos sobre el zooplancton del Titicaca, empezando desde fines del siglo XIX pero hay poco si se desea cualquier información cuantitativa sobre biomasa y abundancia (Richerson, Widmer). Aún este trabajo tan importante está restringido a unas pocas estaciones de aguas profundas en la parte norte del lago durante un año. El interés del zoobentos en el lago empezó en la década de 1870 con descripciones taxonómicas de la fauna anfípoda. Los estudios subsecuentes del zoobentos son principalmente taxonómicos y tienen cobertura similar a muchos otros

grupos de la comunidad, pero hay una carencia obvia de trabajo cuantitativo en la distribución y abundancia de las formas dominantes.

Sólo hay dos géneros de peces nativos en el Titicaca, Orestias y Trichomycterus. El primero está representado por un conjunto de especies que ha atraído a los ictiólogos por varias décadas, especialmente aquellos interesados en la evolución de las especies en lagos aislados. Aunque las especies de Orestias se han ramificado en 19 ó más especies, muchas con diferencias morfológicas, de comportamiento y ambientales, éstas sólo han sido descritas en términos generales y se necesita mucho trabajo cuantitativo acerca de sus relaciones ecológicas. Lo mismo puede decirse del bagre trichomyctérido (aparentemente dos formas). De los varios salmónidos introducidos al sistema, sólo la trucha arco-iris parece haber prosperado en el lago. Aunque estas especies sostuvieron un comercio pesquero importante por una década, hay muy pocos estudios acerca de su biología, excepto aquellos de Everett a mediados de 1960 y más recientemente por Bustamante. El pez atherínido, Basilichthys bonariensis ("pejerrey") fue introducido al sistema a principios de 1950. Algunos estudios han sido hechos sobre su biología en el lago (Gallegos, Wurtsbaugh, Zea), pero la mayoría de los trabajos sobre esta especie han sido realizados en Argentina. Aunque han habido especulaciones sobre los efectos de la introducción de la trucha y el pejerrey en las poblaciones de peces nativos, ningún estudio ha enfocado claramente este problema.

Algunas de las 35 publicaciones se ocupan de la pesca en el Titicaca, pero sólo las de Everett tratan con datos cuantitativos sobre la captura de una sola especie (trucha arco-iris) en el lago. Las necesidades son obvias. Similarmente hay un número de informes descriptivos de operaciones de cultivo de peces en el sistema, pero aparentemente ninguna publicación que ofrezca información cuantitativa o una evaluación acerca de esta actividad que tiene cerca de cuatro décadas.

Se ha localizado relativamente pocas referencias a otros vertebrados (anfibios, aves), que en adición a la ganadería y al hombre, utilizan intensamente los recursos acuáticos del sistema del Titicaca. Algunos de los aspectos socio-económicos de la cuenca han sido considerados y se han presentado muchos informes para el desarrollo de los recursos acuáticos.

Pongo a disposición del Laboratorio de Puno mi archivo de referencias y el índice de temas de literatura sobre el sistema del Lago Titicaca con la esperanza que sean útiles para la organización de sus reimpressiones. Debido a que relativamente se dispone de pocas referencias en el Laboratorio de Puno, doné 44 de mi colección así como varios libros.

Tabla 1. Referencias importantes para el sistema del Lago Titicaca organizadas en 25 catálogos.

Subject	Number of References	Subject	Number of References
Geografía General	25	Ictiología General	24
Geología, suelos	15	<u>Orestias</u>	24
Climatología	15	<u>Trichomycterus</u>	6
Hidrología	25	<u>Salmo</u>	19
Limnología General	11	<u>Basilichthys</u>	20
Limnología Física	10	Parásitos de peces	7
Limnología Química	12	Pesquerías	35
Bacteriología	1	Piscicultura	17
Perifiton	1	Anfibios	6
Macrofitas	7	Aves	5
Fitoplancton	15	Socio-economía	12
Zooplancton	18	Desarrollo de recursos	21
Zoobentos	25		

CURSOS CORTOS Y SESIONES DE ENTRENAMIENTO

Un curso corto de 4 días (21-24 mayo) se ofreció en la Universidad Nacional Técnica del Altiplano, Puno. El curso fue atendido por lo menos por 35 personas, mayormente por el personal de IMARPE y del Ministerio de Pesquería, pero también algunas personas de las universidades y de otras agencias. El Dr. D.W. Chapman y yo distribuimos el tiempo en partes iguales entre (a) enfoques estadísticos para la evaluación pesquera y (b) dinámica limnológica y de poblaciones en grandes lagos. Mi sección (b) consideró los siguientes puntos: (1) efectos de la cuenca sobre los lagos, (2) importancia de las interfaces y la morfometría en la producción del lago, (3) importancia de las corrientes del lago en los procesos de producción, (4) concentración de nutrientes y carga, (5) indicadores de eutroficación y correctores, (6) ejemplos históricos de los problemas de los principales lagos, (7) posibilidades de limnología aérea, (8) procesos interactivos en poblaciones de peces, (9) relaciones presa-predador, (10) importancia de los tributarios y los pantanos en la producción de peces.

Un curso corto de un día sobre aspectos seleccionados de la dinámica de grandes lagos se dio en Lima (19 junio) para más o menos 20 personas, la mayoría de IMARPE y también del personal del Ministerio de Pesquería que no pudieron asistir al curso en Puno.

En el Laboratorio de Puno pasé un tiempo discutiendo métodos limnológicos y de biología pesquera con varios miembros del personal. Particularmente sugerí modos de mejorar los muestreos químicos, de plancton, de zoobentos y de peces en el lago y en los afluentes. Para esto último confeccioné una lista simplificada de artículos a ser considerados en viajes de colección de datos estándares. (Ver Apéndice 2).

EL SISTEMA DEL TITICACA

Los recursos hidrobiológicos del Lago Titicaca, como aquellos de cualquier otro lago grande, están acondicionados significativamente por procesos y eventos que ocurren lejos de sus orillas y en cierto modo fueron de su cuenca. El lago mismo está más o menos dividido en dos zonas mayores - pelagial (fuera de la orilla, áreas de agua abierta) y litoral (dentro de la orilla, áreas de aguas bajas). Cada una de ellas reciben ingresos directos o indirectos desde otras 2 regiones - la cuenca del lago o cuenca colectora y la atmósfera circundante (Figura 1). Los lagos, especialmente los grandes como el Titicaca, también acondicionan su aire ambiental y quizás su cuenca, de tal modo que haya posibilidades de intercambio dentro y fuera de las regiones sugeridas en la Figura 1.

1. La cuenca atmosférica.

La atmósfera proporciona elementos materiales al lago y sus afluentes en forma de precipitación seca y de lluvia, esta última con considerables variaciones estacionales (abundante de diciembre a marzo y escasa de mayo a octubre; Richerson et al., 1977) y también con variaciones regionales (Carmouze et al., 1978). Debido a que el volumen promedio de lluvia sobre el lago ($7.50 \times 10^9 \text{ m}^3$) excede los aportes de los ríos ($6.75 \times 10^9 \text{ m}^3$; Carmouze et al., 1978), la atmósfera puede jugar un papel importante en la acumulación de nutrientes del lago. En realidad los científicos de ORSTOM han sugerido que las precipitaciones pueden ser fuentes dignificantes de nitrógeno (comunicación personal). Obviamente los ingresos atmosféricos de nutrientes del sistema deben ser medidos como sugerí en las charlas del curso corto del mes de mayo en Puno. Debido a la alta capacidad del lago como "buffer" es improbable que el ácido atmosférico tenga efectos en la biota en un futuro cercano.

2. La cuenca hidrológica.

Cinco tributarios principales drenan las vertientes de la porción más grande (Lago Grande) del Lago Titicaca (Figura 2, Tabla 2). El más grande de éstos, el Ramis en el norte, se une al Huancané cerca a su desembocadura para formar más o menos el 41% del total del área de la cuenca y contribuir con más del 45% de la afluencia anual del lago.

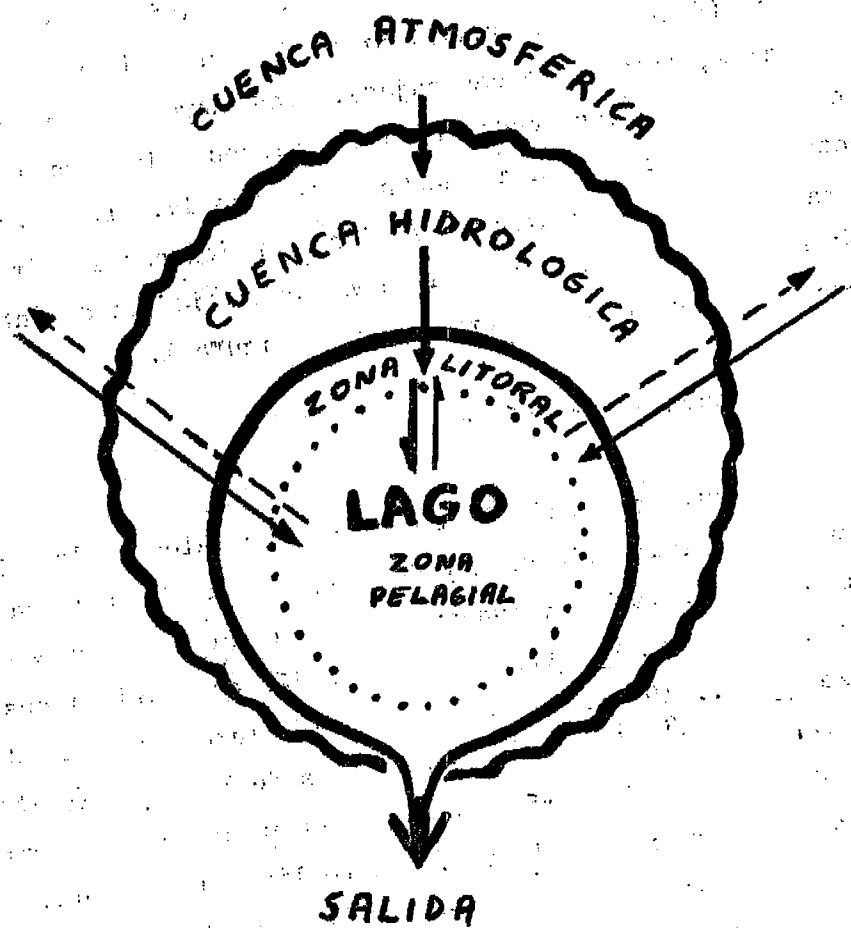


Figura 1. Representación diagramática de las vías de intercambio entre las 4 regiones principales del sistema del Titicaca.

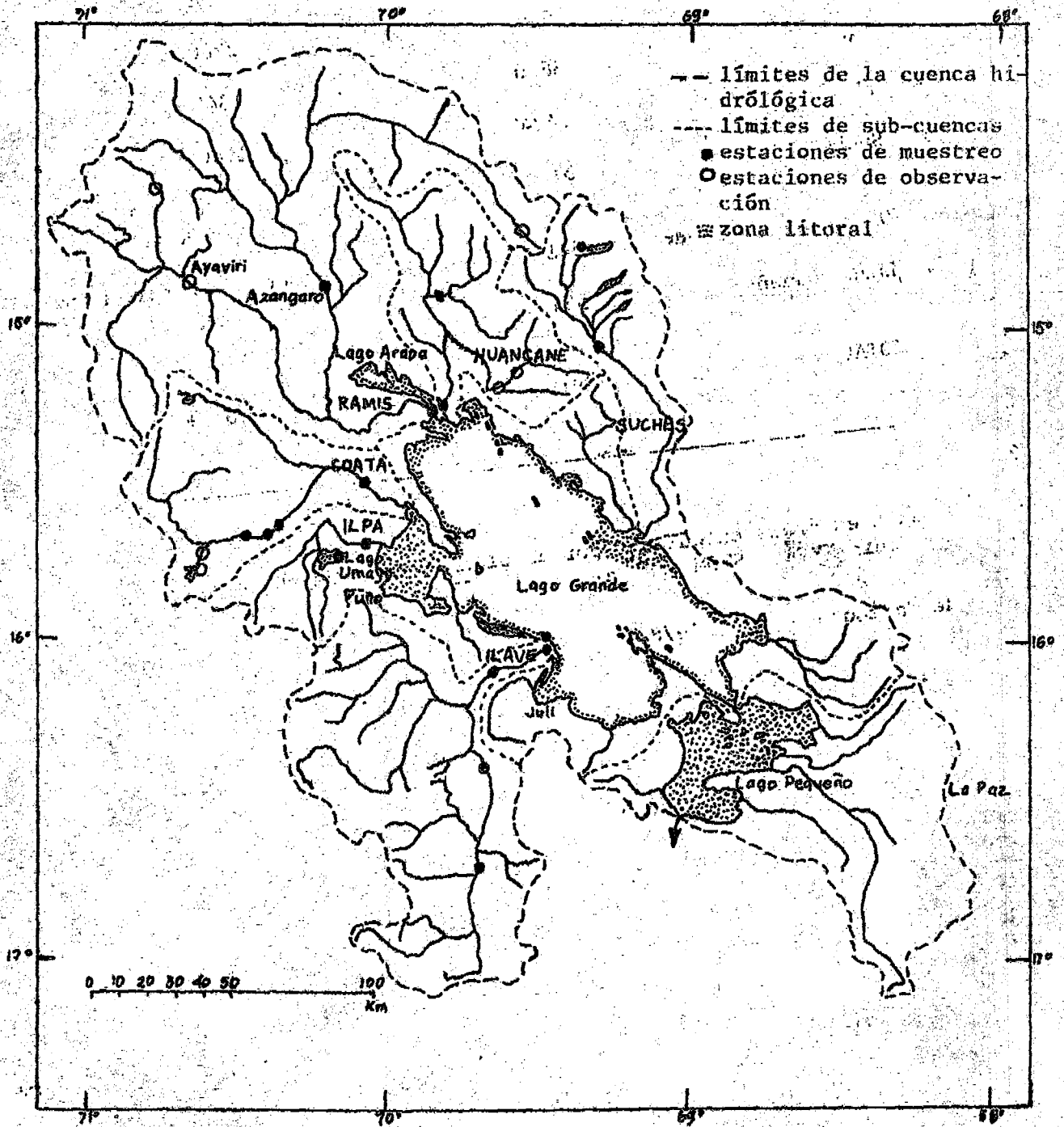


Figura 2. La cuenca hidrológica del Lago Titicaca mostrando sus sub-cuencas de mayor drenaje, estaciones de muestreo y observación (mayo-julio 1979) y una extensión muy aproximada de la zona litoral.

Tabla 2. Area aproximada^a y promedio de descarga anual^b (1956 - 1973) de las mayores sub-cuencas de la cuenca hidrológica del Lago Titicaca.

Sub-cuenca	Area (km ²)	Promedio Anual de descarga (10 ⁶ m ³)
1. Huancané	3542	790
2. Ramis	13953	2280
3. Coata	3670	1340
4. Ilave	7434	1240
5. Suches	3113	780 (incluye Río Kaka)
6. Otros (Lago Grande)	5411	desconocido pero menor
7. Lago Pequeño	5547	320
TOTAL	42670	6750 +

^a basada en áreas calculadas por un planímetro polar de un mapa del Convenio UMSA-ORSTOM, La Paz, mayo 1977.

^b de Carmouze et al., 1978.

El Coata, el mayor de la sub-cuenca drenada dentro de la Bahía de Puno (Figura 2) tiene un aporte ligeramente mayor que la del Ilave que es un río mucho más grande al sur. La única sub-cuenca importante en el lado este del lago es el Suches, que aporta más o menos el mismo volumen medio anual que el Huancané. Algunas sub-cuencas pequeñas y áreas laterales angostas de drenaje completan la cuenca del lago principal (Figura 2). Aunque con un área considerable, el drenaje de la sub-cuenca del Lago Pequeño tiene una descarga menor que la mitad del Huancané o del Suches (Tabla 2).

Los afluentes mayores del Titicaca aportan ligeramente menos agua que la recibida directamente en su superficie, pero sin embargo proveen la mayor parte de las sales disueltas (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{--}$, SO_4^{--}) y silicatos que entran al sistema (Carmouse *et al.*, 1978) así como otros nutrientes importantes, elementos menores y grandes cantidades de partículas y de carbón disuelto. Varios afluentes transportan considerables sedimentos pesados al lago que pueden afectar su funcionamiento biológico, especialmente la producción primaria estacional. Contaminantes (metales pesados, hidrocarburos clorinados, bacteria patogénica), también pueden llegar al lago por medio de sus afluentes. Además muchos de los afluentes proveen áreas de desove para la población de truchas adultas del lago, la crianza y alimentación para truchas juveniles y habitat para algunas poblaciones residentes y semi-residentes. Por éstas y otras razones, se realizó un estudio de cada uno de los principales afluentes registrando, en lo posible, las condiciones existentes en las partes bajas, medias, y altas de cada sub-cuenca y comparándolas con las encontradas en los reconocimientos realizados en abril y junio de 1972 (Campbell, 1976 y notas personales). La localización de estaciones de muestreo son dadas en la Figura 2 y algunos de los datos recogidos son resumidos en el Apéndice 2. Los resultados de análisis de las muestras para nutrientes todavía no están disponibles ni tampoco los conteos ni identificaciones de invertebrados bénticos recogidos en muestras bénticas, algunos de los cuales tienen que esperar su verificación por especialistas.

(1) Sub-cuenca Huancané.

El sistema del Río Huancané fue muestreado en dos localidades, cerca de su confluencia con el Ramis y entrada al Lago Titicaca, y a la mitad de su curso cerca de Putina (Figura 2). La conductividad (y por tanto el total de sólidos disueltos) fue más alto cerca de la desembocadura (831 vs. 592 μmhos ; Apéndice 2). El substrato del fondo en la parte baja y turbia

de movimiento lento está compuesto en su totalidad de barro o arena fina inadecuada para el desove de la trucha (Fotos 1-1)*. Hubo más grava (1-5 cm de diámetro) en las partes medias. Pero aquí el fondo muy compacto y de alto contenido de sedimentos finos en muchas áreas (Foto 1-2) no garantiza el éxito del desove de truchas. Por lo menos a los niveles de agua observados, los cursos bajos y medios del río ofrecen poca protección para peces, ni en media corriente ni en las orillas (Fotos 1-1,2). Los invertebrados bénticos (especialmente anfípodos) parecieron ser más abundantes en la estación de la parte media. Grandes cantidades de pejerreyes juveniles y sub-adultos y sólo un pequeño grupo de sub-adultos de Orestias (probablemente agassii) y truchas juveniles arco-iris, fueron capturados con chinchorro de playa en la estación más baja. Sólo Trichomycterus (rivulatus?) juveniles se cogieron en la estación intermedia aunque también hubieron truchas arco-iris al igual que algunos pejerreyes. Campbell encontró varios nidos de truchas en la parte superior del Río Huancané, pero nosotros no vimos ninguno.

(2) Sub-cuenca del Ramis.

Las zonas de muestreo estuvieron localizadas cerca de la desembocadura del Río Ramis y en su curso medio cerca al Azángaro. Además se hicieron observaciones generales de las condiciones del río en las partes del norte y nor-este de su nacimiento (Figura 2). Las conductividades en ambas estaciones fueron similares (545 bajo; 640 medio) y en el mismo rango que en el curso medio del Huancané. Cerca a su desembocadura el Ramis es un río turbido y lento que se desplaza en un ancho lecho de fondo enlodado (Foto 2-1). Como el Huancané, su curso medio se caracteriza por largas secciones despejadas y de fondo de grava las cuales pueden ser adecuadas para el desove de truchas excepto por su alto contenido de sedimento fino y la falta de protección (Foto 2-2). Trichomycterus, Orestias, y probablemente truchas arco-iris aparecen sólo por Azángaro, río arriba. En el curso alto más arriba del Ayaviri, la pendiente aumenta de modo que el substrato es más grueso y la cobertura aumenta en media corriente y en las orillas (Foto 3-1). No hubo ninguna evidencia de sedimentación severa en esta rama del sistema, en agudo contraste con la alta carga de sedimento introducida al nor-este del afluente por las operaciones de la minería del oro (Foto 3-2). El 9 de abril de 1972, H.J. Campbell informó que el Ramis cerca a su desembocadura es bastante claro, mientras que el 16 de mayo del 79, lo encontramos turbido (transparencia menos que 0.5 m) con una "carga

* El informe original contiene 16 fotografías a color que no son reproducibles con los medios a nuestra disposición.

obvia de sedimentos." Además en el curso medio cerca de Azángaro y en algunas otras partes, Campbell informó la existencia de muchos nidos de trucha arco-iris a comienzos de junio de 1972 en una excelente grava de desove, "una de las más limpias que he visto." En contraste, en la misma zona a mediados de mayo de 1979, noté que la grava, aunque del tamaño adecuado para el desove de trucha, tuvo "bastante sedimento embebido en ella" y que esa región del río ofrecía "evidencias de intensa deposición de sedimentos finos por todas partes."

(3) Sub-cuenca del Coata.

El sistema del Coata fue muestreado en su curso bajo río abajo desde Juliaca y en varias localidades en su curso medio en el Cabanillas debajo de Santa Lucía (Figura 2). La conductividad en la estación más baja (umhos 926) fue considerablemente menor que en el curso medio (umhos 1595 - 1729) y lo mismo se aplica a la dureza total (Apéndice 2). La parte baja del Coata serpentea en fondos de grava fina, arena y lodo (Foto 4-1) con evidencia de alguna deposición de sedimento fino. El curso medio del Cabanillas tiene aguas bien oxigenadas, la corriente de agua es clara sobre fondo de grava grande (Foto 4-2) con menor compactación y carga de sedimento que el curso medio de los sistemas del Huancané y Ramis. El Perifiton es abundante a lo largo de la orilla y la macrofauna béntica invertebrada es rica y abundante. Sólo Orestias (probablemente agassii) fue capturada en la parte baja. Esta especie también se encuentra en las partes medias junto con Trichomycterus y muchas truchas juveniles sub-adultas. Nidos de truchas arco-iris fueron examinados (junio 27) en una sección de la parte media donde el tamaño promedio de la grava era entre 2 y 10 cm. Campbell informó que las gravas de desove en el curso medio del Cabanillas bajo Santa Lucía son excelentes para el desove de las truchas y notó varios nidos allí el 9 de junio de 1972.

(4) Sub-cuenca del Ilave.

El sistema Ilave-Huenque fue muestreado desde su desembocadura hasta cerca de su nacimiento (Mazo Cruz), 5 estaciones en total (Figura 2). Las conductividades oscilaron alrededor de 550 en todas las estaciones excepto Mazo Cruz (umhos 359). Los últimos 15 km río abajo tienen una gran cantidad de macrofitas cosechadas para la alimentación del ganado (Foto 5-1).

En sus partes medias el río pasa a través de un cañón volcánico con

un buen habitat para el desove y la crianza de truchas (Foto 5-2). Esta sección tiene poblaciones residentes de truchas marrones y probablemente algunas arco-iris (sólo las primeras fueron capturadas). En una extensión de 30 kms o más cerca a Mazo Cruz el río se ensancha y tiene poca pendiente con grava adecuada para el desove de la trucha (con mucho menos sedimento que en las gravas del Huancané o del Ramis) pero con poca o casi ninguna protección (Foto 6-1). Se encontró Trichomycterus pero no hubieron otros peces. Campbell informó sobre numerosos nidos de truchas (probablemente arco-iris) a mitad del Huenque (sección del cañón) a principios de junio, 1972 y capturó truchas marrones en esta misma región. Calificó la grava de desove como excelente.

(5) Sub-cuenca del Suches.

El curso bajo del sistema del Suches está en Bolivia. Sólo se muestrearon 2 zonas en el Suches, una en la parte media cerca a Cojata y la otra en las partes más altas por el Lago Suches (Figura 2). La conductividad (tanto como la alcalinidad y la dureza; Apéndice 2) en el Lago Suches fue como la mitad que en Cojata (54 vs. 107 μ mhos). Ambas lecturas fueron mucho más bajas que en cualquier otra sub-cuenca. El substrato del fondo en las partes medias fue en su mayoría de grava fina (1-3 cm) con algunos materiales arenosos (Foto 6-2) y con abundante sedimentación. Se encontró Orestias (probablemente *agassii*) en las partes medias pero aparentemente no en la naciente donde se dice que hay Trichomycterus y truchas arco-iris. Campbell no incluyó el Suches en el reconocimiento de los afluentes del Titicaca en 1971.

(6) Sub-cuenca del Ilpa.

La sub-cuenca del Ilpa, junto con la del Coata, constituyen casi todo el drenaje que entra en la Bahía de Puno. Una estación fue establecida en el Río Ilpa más o menos a 5 km río arriba desde su desembocadura. El río es de movimiento lento sobre fondos en gran parte lodosos y arenosos con grava pequeña adecuada para el desove de truchas. El crecimiento denso de macrofitas (Foto 7-1) proporciona alta saturación de oxígeno durante el día. El río tiene la segunda conductividad más alta en la cuenca muestreada (1168 μ mhos), pero algo más baja que el Lago Umayo en la sub-cuenca. Orestias (probablemente *agassii*) son abundantes en las partes bajas, también se dice que Trichomycterus y pejerreyes están presentes. Campbell consideró que

no hay áreas de desove o ambiente adecuado para la trucha (al menos en aguas bajas).

(7) Lagos dentro de la cuenca.

Solamente tres de los varios lagos en la cuenca del Titicaca fueron muestreados - Laguna Umayo (sub-cuenca Ilpa), Lago Salinas (sub-cuenca del Ramis) y el Lago Suches. La Laguna Umayo es somera y altamente productiva (conductividad 1898 μ hos) con una zona litoral extensa (Foto 7-2) dominada por macrofitas (Myriophyllum, Elodea, Potamogeton, Chara, Scirpus totora) y matas asociadas de perifiton, principalmente clorófitas. El zooplancton y zoobentos son ricos pero las muestras no han sido todavía completamente analizadas. Los Gastropodos son particularmente abundantes y se dice que son los responsables del gran tamaño (23 cm) alcanzado por Orestias luteus en el lago. Orestias agassii también está presente así como las dos formas de Trichomycterus. Las truchas arco-iris fueron introducidas en el lago en 1973, desafortunadamente antes de que fuera realizado el estudio de las poblaciones de peces nativos, rápidamente logró grandes tamaños (de más de 4 kg). Aparentemente no desovan con éxito en el lago, así que la población puede ser regulada por medio de sembrío.

El Lago Salinas, como su nombre lo indica, es altamente salino (conductividad 145,992), profundo y cálido (17.1°C el 18 de mayo) con una población densa de Artemia salina. Esta sin duda soporta las grandes bandadas de flamencos. Las muestras de zooplancton y zoobentos no han sido todavía analizadas, pero sugieren alta abundancia y baja diversidad.

El Lago Suches en la naciente del sistema Suches es pobre en sólidos disueltos, como se indicó previamente, con marcada pobreza de zooplancton y zoobentos (las muestras están para ser analizadas).

Se planificó el estudio del Lago Arapa y la Laguna Lagunillas, pero el tiempo no fue suficiente para comenzar el trabajo.

3. Zona litoral.

Wetzel (1975) define el nivel inferior de la zona litoral la que se extiende hasta la profundidad máxima de las macrofitas adherentes o con raíces sumergidas. Así en el Lago Titicaca donde el musgo Sciaromium se encuentra a profundidades de 29 m (Lutin, 1940) parece razonable considerar las aguas por lo menos de 25 m, sino de 30 m de profundidad, dentro de la zona litoral. Con esta definición, hay alrededor de 8 áreas con exten-

sas zonas litorales en el lago. Todo el Lago Pequeño, con un área de 1260 km² pertenece virtualmente a la zona litoral y lo mismo sucede con casi toda la Bahía de Puno (525 km²). Dos áreas litorales ocurren a lo largo de la orilla oriental del Lago Grande, una al extremo sud-este (Golfo de Achacache) justo al norte del Estrecho de Tiquina y el otro fuera de la desembocadura del Río Suches; juntas hacen una área por lo menos tan grande como la Bahía de Puno. Gran parte de las bahías al oeste de Juli y al sur de la desembocadura del Ilave estarían en la zona litoral. Tres grandes bahías que juntas abarcan la mayor parte del extremo norte del lago entre Carsala y la Isla Chirune también serían incluidas (una área por lo menos la mitad de la Bahía de Puno). En resumen, la zona litoral del Lago Titicaca puede incluir una área cercana a los 3,000 km² o alrededor del 37% de su superficie total.

A pesar de la gran área de las zonas litorales del lago y más aún del importante papel que probablemente representa en procesos de producción que atañen a sus peces, asombrosamente poco trabajo cuantitativo ha sido realizado hasta hace poco en esta zona, tal como fue anotado en la revisión de la literatura. Efectivamente, los dos estudios intensivos de la limnología del lago, el de 1937 de la Percy Sladen Trust Expedition (Gilson, 1939) y en 1973 de Richerson et al., 1977, expresamente concentraron sus investigaciones a estaciones profundas fuera de la orilla. Y, sin embargo, es probable que la mayor parte de las capturas se realicen actualmente cerca de la orilla. Además, es en la zona litoral donde los efectos de la actividad del hombre en la cuenca de drenaje y a lo largo de la orilla serán notados primero y en forma más aguda. Parece evidente que Puno contribuye intensamente en la entrada de nutrientes que se extienden en la bahía pero por el momento no hay forma de documentar esto ni predecir las consecuencias.

Medidas de producción primaria en el Titicaca se han usado para generar dos estimaciones teóricas de la producción de peces (segunda etapa de carnívoros) y de ahí una producción máxima sostenible entre 20,000 y 160,000 TM por año (Richerson et al., 1977). Sin embargo, las estimaciones de producción primaria y de zooplancton usadas en estos cálculos se basaron solamente en informaciones de lago adentro. Además, la producción primaria sólo considera al fitoplancton y no a los componentes del perifiton y de las macrofitas que probablemente dominan la zona litoral del lago. Las macrofitas y el perifiton en descomposición seguramente proveen grandes cantidades de detritus que pueden ser importantes como fuente de energía, no sólo para la zona litoral sino también para la zona pelagial.

Muchos de los peces indígenas del Titicaca así como el pejerrey, por lo menos sub-adultos, probablemente se alimentan intensamente en regiones de aguas bajas del lago (Wurtsbaugh, 1974; comunicación personal de IMARPE Puno). Los moluscos, anfípodos, y otros invertebrados son de gran valor alimenticio para los peces asociados con las macrofitas y el perifiton (ver por ejemplo Schindler, 1955). Sin embargo, parece haber muy pocos datos cuantitativos de la comunidad zoobentónica del lago particularmente en la zona litoral. Un muestreo preliminar de macroinvertebrados bentónicos en Chara y Potamogeton en la Bahía de Puno (julio, 1979) indicó que hay marcadas diferencias cualitativas y cuantitativas en la fauna asociada con estas dos formas de macrofitas comunes del lago.

Estimaciones de la ictiomasa o de la captura de peces (excepto las de trucha arco-iris en 1960 por Everett, 1973) están por hacerse todavía en el Lago Titicaca. Cuando existan, será muy útil separar las estimaciones de las zonas litorales y de las pelagiales. Estos problemas serán discutidos luego.

4. Zona pelagial.

La mayor parte del trabajo limnológico en el sistema del Titicaca ha sido enfocado en su zona pelagial, como anotamos arriba, de modo que existe una información substancial en el aspecto general químico-físico (excepto un esquema de las corrientes) así como en el de la producción del fitoplancton y la abundancia del zooplancton. Gran parte de esta información ha sido revisada por Richerson *et al.*, 1977. Sin duda, es deseable una mejor descripción anual, estacional y geográfica de varios parámetros limnológicos. Los estudios de dinámica de nutrientes junto con estimaciones de la producción de zoobentos y zooplancton serían útiles para predecir la producción pesquera. Sin embargo, las demandas de información básica en la zona litoral parecen ser de más urgencia. El área donde hay carencia de datos urgentemente necesitados en la zona pelagial es la que se refiere a sus peces (composición de las especies, abundancia, biomasa, distribución regional, movimientos estacionales y diarios, captura, etc.).

EVALUACION ACUSTICA DE LA ICTIOMASA

Como lo reconoció el científico principal (Campbell, 1976, 1979) y se ha enfatizado en mis términos de referencia, uno de los mayores vacíos en el conocimiento requerido para el manejo de los recursos hidrobiológicos del sistema del Titicaca es la falta de datos cuantitativos de la abundancia y distribución de los peces. Se ha utilizado por muchos años métodos acústicos para ayudar a obtener tal información en grandes lagos en British Columbia (Northcote *et al.*, 1964; Lorz y Northcote, 1965; Northcote *et al.*, 1972; Northcote, 1974) y en Suecia (Northcote y Rundberg, 1970). Antes de aceptar mi asignación conversé con R.L. Johnson en el I. P.S.F.C. Laboratorio de Cultus Lake. El está utilizando la ecosonda Simrad EY-M con un sistema de obtención de datos (Johnson, 1978) para estimar el número y biomasa del salmón sockeye juvenil en varios lagos grandes en la cuenca del Río Fraser. También revisé los métodos de T.W. Gjernes y su grupo en Pacific Biological Station, Nanaimo, quienes están usando una ecosonda Foruno para obtener estimaciones de sockeye juvenil en un número de lagos grandes costeros de B.C. Ambos grupos han desarrollado métodos confiables de calibración de estimaciones con ecosondas utilizando las capturas por arrastre y tuvieron la gentileza de comunicarme los enfoques más recientes.

En Lima conversé con H.J. Campbell y con K.A. Johannesson sobre el uso del sistema Simrad EY-M para la estimación de la ictiomasa del Titicaca. Johannesson y su grupo de FAO/NORAD utilizan activamente este método para la estimación de la ictiomasa marina y han desarrollado buenas técnicas de calibración utilizando especies conocidas y números de peces contenidos en grandes jaulas sumergibles. Se realizaron planes para el uso de sus métodos en el Lago Titicaca pero el trabajo fue completamente dependiente del funcionamiento en el lago del buque de investigación IMARPE I. Este buque estuvo fuera de servicio durante mi asignación. Mi constante esfuerzo, el del científico principal y de otros en ponerlo en operación durante mi estadía no tuvieron éxito. Las posibilidades de obtener un buque alternativo adecuado para el trabajo también fueron exploradas pero sin éxito.

ESTIMACION DE LA CAPTURA TOTAL

A mi llegada a Puno encontré planes en desarrollo de un programa para la obtención de los datos necesarios para estimar la captura total en el lago Titicaca por especies en las principales áreas de pesca, distinguiendo unidad de esfuerzo, tipo de bote y método de captura. El Dr. B. S. Orlove (Universidad de California, Davis) y el personal de IMARPE Puno (particularmente H.V. Treviño) estaban trabajando activamente en este programa. El Dr. D.W. Chapman y yo revisamos junto con ellos los programas durante su estadía en Puno. También participé en la selección de los pescadores encargados de los registros de capturas y en el curso de entrenamiento para ayudarlos a llevar registros precisos.

El programa se basará en el muestreo al azar de unos 60 pescadores en las principales áreas de pesca de las cuatro regiones principales del lago en su parte peruana (Figura 3). Estos pescadores, estratificados proporcionalmente por área y región de pesca, registrarán su captura en formularios estándar (Apéndice 3) durante un período de 14 meses. Los pescadores-registradores asistieron a un curso para que se familiaricen con los peces, tipo de bote, arte y otras categorías de clasificación requeridas en los formularios estándar (Apéndice 3).

Puse especial énfasis en la necesidad de estimar la fracción de la captura total proveniente del litoral y de las zonas pelagiales del lago, lo cual parece posible utilizando la información que ha sido registrada. El Dr. Chapman señaló los posibles sesgos del sistema de muestreo en relación a las capturas de los pescadores a tiempo completo y sugirió un medio de evaluar esos sesgos. Señalé la importancia de llegar a estimaciones de captura comparables con las capturas en aguas bolivianas del lago. El Dr. Orlove ha estado trabajando activamente para coordinar esto y en nuestras conversaciones con los científicos de ORSTOM y UMSA en La Paz, H.J. Campbell y yo enfatizamos nuestras necesidades en esta área.

ESTUDIOS ESPECIALES

1. Revisión del Programa del Titicaca ORSTOM-UMSA

Se realizó una visita a los científicos de ORSTOM-UMSA en La Paz para revisar sus planes presentes y propuestos para los estudios limnológicos y pesqueros en el sistema del Titicaca. El Dr. H.J. Campbell y yo enfatizamos la necesidad de mejorar la comunicación entre todos los grupos que trabajan en el sistema para evitar la duplicación y para coordinar nuestros esfuerzos. Un resumen de esta sesión será enviado por separado a las oficinas de FAO.

2. Inspección del Laboratorio de IMARPE en Puno.

En mis términos de referencia e instrucciones asociadas me solicitaron inspeccionar las facilidades de la oficina y laboratorio en Puno así como el equipo de campo para evaluar las necesidades y sugerir los requerimientos para mejorar su rendimiento. Las listas de literaturas existentes y equipo limnológico en el laboratorio se dan en el Apéndice 4. Listas separadas del equipo y material solicitado (no incluido) han sido valorizadas e incorporadas a mis recomendaciones.

Primero debe señalarse que el Laboratorio de Puno tiene un excelente grupo de biólogos (6), técnicos (4) y secretaria (1), quienes concientemente procuran llevar a cabo investigaciones relevantes para los recursos pesqueros de un sistema enorme y complejo bajo lo que yo considero las condiciones más dificultosas y con un mínimo de apoyo operacional. El laboratorio no tiene agua corriente (por lo menos durante las horas de trabajo) ni calefacción adecuada (requerida definitivamente por lo menos de mayo a agosto). El alumbrado, particularmente en las áreas de trabajo, no es suficiente. No hay mesas de muestreos para la clasificación de muestras o procesamiento de la captura de peces, excepto en áreas temporales situadas lejos del suministro de agua (una bañera llena en la noche).

El equipo para colección de peces consiste principalmente de 2 ó 3 juegos de redes agalleras de 1 m de profundidad en mal o regular estado, un chinchorro de malla clara (de cerca de 50 m de largo) en buena condición, un chinchorro de malla fina (1/4") de 25 x 1 m y una red cal-cal. Hay un aparato de pesca eléctrico pero no funciona porque no hay las piezas esenciales o se encuentran en otra parte.

El transporte por tierra es limitado a un sólo jeep Toyota Land-cruiser

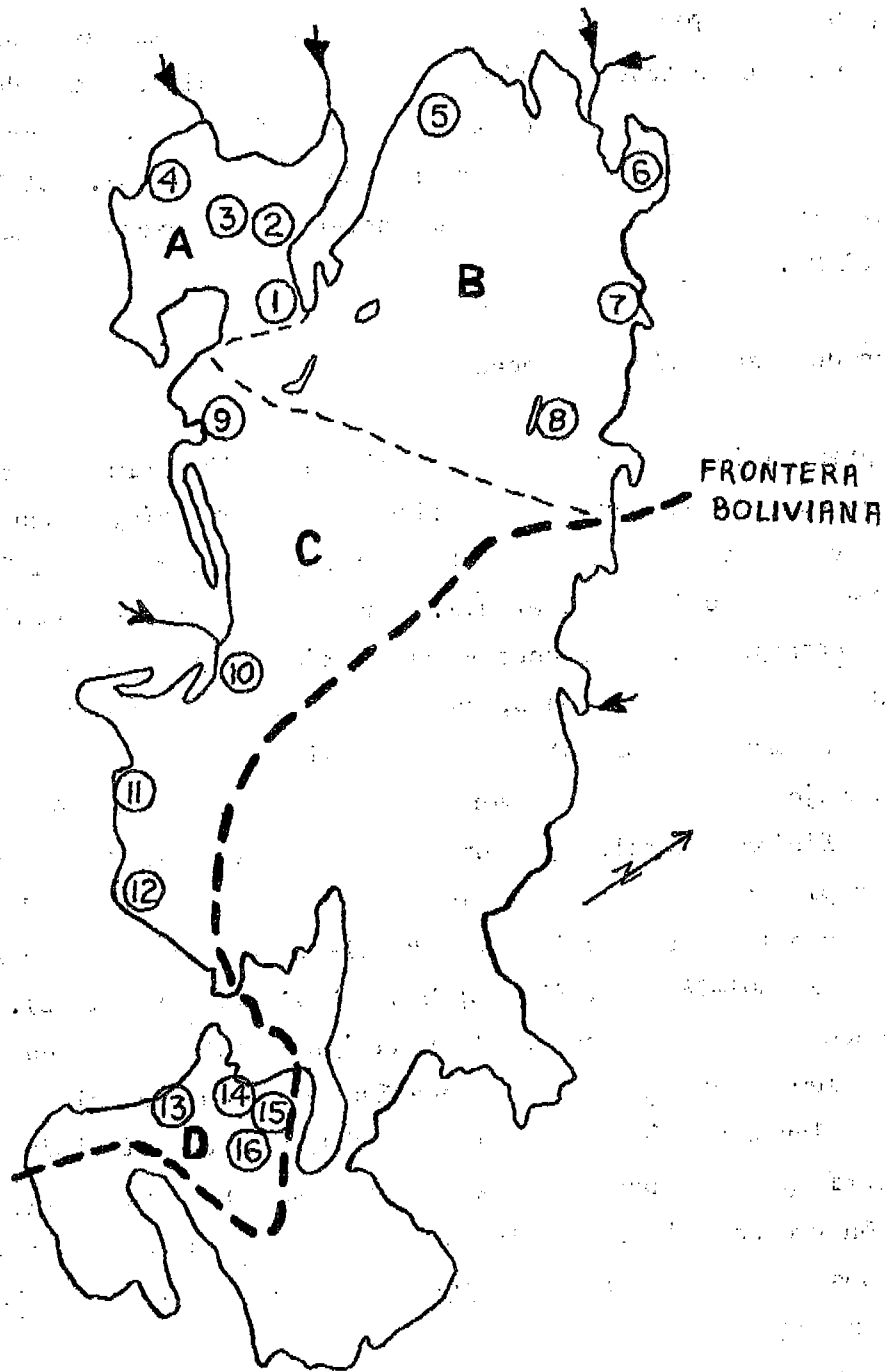


Figura 3. Regiones (A-D) y centros (1-16) de capturas en el Lago Titicaca (lado peruano) para la encuesta de 1979. Región A: Bahía de Puno; centros: 1. Llachon, 2. Ccapano, 3. Isla Uros, 4. Barco. Región B: Lago Norte; centros: 5. Llapas, 6. Pinta, 7. Aziruni, 8. Isla Soto. Región C: Lago Sur; centros: 9. Iscata, 10. Cachipucara, 11. Challapampa, 12. Chatuma. Región D: Lago Pequeño; centros: 13. Chinomani, 14. Tapoje, 15. Vilurcuni, 16. Isla Iscaya.

(doble tracción) para un grupo de 10 - muy debajo de la relación vehículo/personal de la ORSTOM en Bolivia. El transporte en el lago durante los dos meses y medio que estuve fue limitado a un bote abierto de madera (de cerca de 5 m con un motor fuera de borda de 18 HP) inadecuado para el trabajo en el Lago Grande y una pequeña lancha (de cerca de 3 m). El IMARPE I, si alguna vez funciona, requerirá de un mantenimiento excesivo como lo señaló también el Dr. Chapman.

3. "Plan de desarrollo escalonado"

En preparación para esta fase de mi asignación primero conversé varias horas con pequeños grupos (de limnología, ecología, pesquería) sobre sus ideas y necesidades para el futuro trabajo. Luego solicité a todos los miembros que vuelvan a leer H.J. Campbell (1979) para reunirse en sesiones de trabajo con sus planes y comentarios para el desarrollo del plan. Se llevaron a cabo dos sesiones, cada una de 3-4 hrs de duración.

En la primera sesión enfatizé la necesidad de mayor planeamiento a nivel de trabajo de campo y de mayor apoyo en la actividad operacional a nivel de la oficina central, sin darme cuenta por el momento de la larga secuencia de planes no apoyados que el grupo de Puno ha preparado por lo menos desde 1975 (Códigos del Proyecto RC-11-2; Proyectos de Investigación N° 15; Memo N° 001-78-IM-LP/AER-AL; Memo N° 007-79 AER PCT-AL).

Entonces tratamos de desarrollar un "plan estratégico" que identifique el problema central del cual emanarían los elementos claves del proyecto. El plan estratégico sugerido fue "obtener toda la información sobre pesquería y otros asuntos relacionados necesaria para asistir en la formulación y ejecución de un plan de manejo para la explotación óptima de los recursos hidrobiológicos del sistema del Titicaca." Se discutió las implicaciones de las palabras subrayadas.

Luego consideramos el "plan táctico" sugerido por Campbell (1979), es decir, estimar la captura e ictiomasa por especies principales en el Lago Titicaca a fin de proporcionar datos básicos para el manejo del recurso pesquero. Mi crítica de que es necesario incluir la producción en adición a la ictiomasa fue tratada y su aplicación práctica considerada; a la larga se pensó conveniente pero probablemente no factible de inmediato.

Los objetivos de nivel secundario (nuevamente objetivos a largo plazo) fueron (1) estimar la producción pesquera por especies principales en las zonas pelágicas y litorales de las principales regiones del lago; y (2) estimar la tasa de captura de las principales especies en las zonas pelá-

giales y litorales de las principales regiones del lago. Los objetivos de nivel terciario comprenderían la determinación de los factores principales que afectan la producción (biomasa, crecimiento, reclutamiento y mortalidad-natural y de pesca). En cuarto nivel se considera los requerimientos para la estimación de biomasa (técnicas de la zona litoral y pelagial) así como también para la estimación de la mortalidad, el crecimiento y el reclutamiento. Otras subdivisiones de nivel incluyen los factores limnológicos que afectan el número de peces y su crecimiento así como también la interacción entre especies.

4. Muestreo para rastros de metales pesados en peces.

Se dice que un área cerca a la orilla del lago en la vecindad de Chucuito (Bahía de Puno) es una fuente potencial de lixiviación de metales pesados, particularmente mercurio, dentro del lago (comunicación personal de H.V. Treviño). Consecuentemente, decidí coleccionar el tejido muscular del dorso de algunas truchas arco-iris grandes y pejerreyes capturados en esta área. Un grupo de muestras ha sido llevado a Vancouver para análisis de metales pesados y otro está disponible para ser analizado en Lima previos acuerdos apropiados. Los resultados del grupo de Vancouver no estarán disponibles hasta setiembre u octubre de 1979.

5. Determinación de la edad.

Debido a conocidas dificultades para la determinación de la edad de los peces del sistema del Lago Titicaca por medio de técnicas estándar decidí probar la factibilidad de determinar la edad mediante el conteo de los anillos diarios de crecimiento en los otolitos que aparecen al microscopio electrónico. El Sr. Ken Wilson, un aspirante a Magister que trabaja en esta área bajo la dirección del Dr. P.A. Larkin en la U.B.C. ha ofrecido examinar las posibilidades de la técnica en algunos otolitos que colecté en el Titicaca. Los otolitos y escamas fueron sacados de las truchas marrones y pejerreyes juveniles del Río Cabanillas, y las truchas arco-iris adultas así como de pejerreyes adultos y sub-adultos de la Bahía de Puno.

RECOMENDACIONES

1. Revisión de la literatura.

Indudablemente algunas referencias sobre el sistema del Titicaca no han sido consideradas, especialmente aquellas de estudios en las universidades o agencias no cubiertas en el tiempo disponible. Tales posibilidades (señaladas previamente) deberán ser revisadas para añadir nuevas referencias.

Para facilitar el intercambio de información sobre el sistema es deseable que todos los grupos, de universidades y otros que trabajan en el Lago Titicaca se reúnan anualmente para organizar un intercambio de referencias. Aún mejor, una agencia con facilidades de computación podría rápidamente y a bajo costo actualizar la lista anual o bianualmente en un formato similar al utilizado en el Apéndice I, si se le envían todas las referencias. Encontré, salvo pocas excepciones, que hay poco entendimiento entre los grupos que trabajan en el Titicaca con respecto a lo que hacen o planean. Un intercambio de referencia podrá mejorar enormemente esta situación.

2. Cursos cortos y seminarios.

Para alentar la mejor comunicación entre grupos y agencias que trabajan en los recursos acuáticos del sistema del Titicaca (y finalmente en el mejor manejo de estos recursos), propongo que cada año todos ellos se reúnan en un seminario de 2-3 días. Quizás un año la reunión podría llevarse a cabo en Bolivia (La Paz?) y el año siguiente en Perú (Puno?).

Miembros selectos de cada agencia deberían dar informes sobre su trabajo. Los resúmenes de los programas realizados podrían ser presentados juntos como discusiones de tópicos de interés general (ej. problemas de contaminación, evaluación de captura). Posiblemente pequeñas sesiones de trabajos podrían ser conducidas algunos años por un especialista invitado. Los resultados de las sesiones y trabajos pueden ser mimeografiados y distribuidos a los participantes para fomentar la preparación de una buena presentación.

FAO y las agencias participantes proporcionarían los fondos necesarios.

3. La cuenca atmosférica.

Parece haber incertidumbre acerca de la fuente de nutrientes claves para la producción biológica en el Lago Titicaca. El nitrógeno ha sido indicado como un elemento limitante para la producción en el sistema y la atmósfera ha sido sugerida como una fuente importante.

Los ingresos de nutrientes y otros materiales al lago vía aire y precipitaciones deberían ser monitorizados por lo menos durante un año en varias localidades en el sistema para evaluar la contribución de esta fuente. El grupo ORSTOM puede que planee hacer esto e indudablemente debería hacerse contacto con él antes de que inicien su programa.

4. La cuenca hidrológica.

Como la producción pesquera en cualquier lago depende del suministro y ciclaje de nutrientes, parece ser importante por lo menos tratar de estimar el orden de magnitud de estos procesos.

Las descargas de la mayoría de las sub-cuencas importantes parecen estar monitorizadas en forma regular de modo que el cálculo de la carga de nutriente sólo requiere la colección regular de muestras y análisis de concentración de P y N. Aún así la frecuencia de muestreo podría ajustarse según las estaciones del año para reducir juiciosamente la carga de trabajo. Tales posibilidades han sido discutidas con el personal de Puno. Posiblemente las muestras podrían ser recolectadas en forma regular mediante un arreglo con las líneas de ómnibus o camiones (la Transturín a La Paz cruza el Río Ilave cerca a su desembocadura varias veces a la semana). Las variaciones de carga de año a año pueden ser considerables y deben ser evaluadas.

Debido a la obvia importancia de los nutrientes en la insipiente eutrofización de la Bahía de Puno es recomendable un estudio más detallado de la carga de nutrientes en esta porción del lago. La mayor parte de la sub-cuenca sería cubierta con el monitoreo de los sistemas del Coata y del Ilpa pero la contribución de Puno y otras comunidades también debe estimarse.

La posibilidad de estimar el ingreso de nutrientes a partir de informaciones generales acerca de las tasas de lixiviación de los suelos de la sub-cuenca, de la densidad de la población humana y de otros parámetros (como se sugirió en el curso corto) debe ser explorada estableciendo contacto con el Dr. K. Patalas, del Freshwater Institute, Winnipeg, Canada.

Debe determinarse las causas de la intensa sedimentación de las par-

tes medias y superiores del Huancané y el Ramis. Algunos posibles efectos deletéreos para el desove de la trucha podrían ser determinados en el campo y valorados experimentalmente en las estaciones de producción de huevos. Debe considerarse las posibilidades de reducir la intensidad de la sedimentación en esas vías si es que es tan grande como parece según la exploración de tributarios.

Si se quiere mantener la reproducción de la trucha arco-iris en los tributarios a los niveles adecuados para sostener la densidad de población que antes existía en el lago será necesario obtener información cuantitativa sobre la localización, el período y la utilización de áreas específicas de desove así como proporcionar una adecuada protección a los desovantes. Algunas buenas sugerencias fueron ya hechas por Campbell (1976) pero aparentemente con muy poco efecto. Las posibilidades de hacer que el sistema vuelva a los altos niveles de producción de mediados de la década del 60 parecen limitadas debido al alto costo técnico y financiero. Yo tampoco creo mucho en el éxito económico de la crianza de truchas en corrales de lago.

5. Zona litoral.

Mucho del trabajo limnológico del lago debe ser dirigido a la zona litoral. Las siguientes pautas son necesarias, primero en la Bahía de Puno y luego en las otras áreas de la extensión litoral:

- (a) medidas a través de las 24 horas del día (donde sean apropiadas) en cada estación del año de parámetros físico-químico (temperatura, transparencia, oxígeno, pH, concentraciones de nutrientes, etc.) en estaciones seleccionadas para cubrir el rango de condiciones cerca a Puno y en las principales áreas de pesca.
- (b) determinaciones de la producción primaria destinadas a evaluar la importancia relativa del fitoplancton, del perifiton y de la contribución de las macrofitas (ver Apéndice 5).
- (c) cambios estacionales en la abundancia del zooplancton en estaciones escogidas cerca de Puno y en las grandes áreas de pesca.
- (d) cambios estacionales de la abundancia del zoobentos asociados con los principales tipos de macrofitas.

6. Evaluación de la ictiomasa.

El máximo esfuerzo debe usarse para poner al IMARPE I en condiciones

de operar lo más pronto posible para luego usar las técnicas del grupo FAO/NORAD del Callao con su sistema EY-M, calibrado para los peces del Titicaca, para estimar la ictiomasa por especies principales en cursos exploratorios a través del lago.

Además recomiendo que debe buscarse financiamiento (ayuda externa de FAO USA o Canadá) para traer a un grupo de dos personas al Titicaca familiarizados con la estimación acústica de la ictiomasa en grandes lagos y con técnicas de rastreo para calibración directa. El grupo deberá venir con su equipo (bote, sondas, redes, winche, etc) y pasar 2 meses entrenando a los biólogos y técnicos del Laboratorio de Puno en su uso y mantenimiento. El equipo debe dejarse para la continuación del trabajo de evaluación y ayuda en otros estudios limnológicos. El presupuesto de continuación del mantenimiento y los fondos operacionales deben ser obligaciones de IMARPE. Hay dos grupos como el propuesto operando actualmente en British Columbia (I.P.S.F.C.; Laboratorio del Lago Cultus; Estación Biológica Pacífica, Nanaimo).

Las técnicas acústicas de evaluación no pueden aplicarse a la zona litoral, al menos en regiones de abundantes macrofitas o muy someras. Un programa de pesca con agalleras y chinchorros estandarizados combinada con eco-sondajes especiales y posiblemente con estimaciones virtuales de la población por el tratamiento con rotenona en recintos cercados portátiles puede ser usado para estimar la ictiomasa en esta zona importante. Si este programa es repetido anualmente se tendrá un monitoreo a largo plazo de la composición de especies, distribución, abundancia, tamaño y otras estadísticas de población útiles en estaciones escogidas (por lo menos una en la Bahía de Puno). Detalles del tamaño de las redes y su uso se dan en el Apéndice 6.

7. Evaluación de capturas.

Este programa parece estar muy bien organizado y probablemente sólo necesita un continuo apoyo operacional para ver culminado exitosamente el período de catorce meses. Debe tenerse cuidado para incluir la captura de pescadores casuales o esporádicos. Ayuda y esfuerzo adicional puede necesitarse para obtener la captura total durante el mismo período en las partes bolivianas del lago. La posibilidad de una marcada variación anual de la captura total así como la parte que en ésta tienen las diferencias regionales y de composición de especies debe ser considerada y para ello llevarse a cabo un plan de muestreo de seguimiento durante los 5 próximos años.

Hay buenas oportunidades para obtener estadísticas vitales (por lo menos longitud y peso) de varias especies, particularmente del pejerrey, en sitios de desembarque y en el mercado de Puno. Por supuesto, sólo una parte seleccionada de la captura aparece en el mercado, pero esto puede ser revisado durante el período de estimación de la captura total realizada en el lago.

8. Laboratorio de IMARPE Puno.

- (a) Las condiciones básicas del Laboratorio necesitan mejoras desesperadamente. Se requieren fondos para:
 - instalar un tanque de almacenaje de agua en el piso de arriba para el abastecimiento de agua corriente durante horas de trabajo.
 - proveer calefacción e iluminación adecuados en las áreas de trabajo del laboratorio.
 - instalar mesas de muestreo para la clasificación y procesamiento de muestras biológicas.
 - proveer mesas y sillas para todas las piezas.
- (b) El transporte terrestre debe de ser suplementado lo más pronto posible con un segundo vehículo de doble tracción junto con mantenimiento y apoyo operacional.
- (c) Si las medidas sugeridas bajo las recomendaciones N° 6 no pueden hacerse, el transporte en el lago debe ser complementado inmediatamente con un nuevo bote de bajo costo de mantenimiento (fibra de vidrio o aluminio) equipado con un motor confiable, cubierta de popa libre para trabajo, winche, polea medidora, pescante adecuado para el arrastre y el muestreo limnológico, y alojamiento para 3 personas durante la noche.
- (d) Las facilidades de biblioteca requieren organización de un sistema apropiado de archivo y préstamo. Un archivador de tarjetas y estantero para libros y revistas. Continuar con las suscripciones al Journal of Fish Biology, Trans. Amer. Fish. Soc., y J. Fish. Res. Bd. Canada como un mínimo.
- (e) La capacidad de lectura y luego conversación del personal de Puno en inglés debe de mejorar para que la masa principal de la literatura y trabajos pesqueros les sean accesibles. Una grabadora de autoaprendizaje de inglés debe estar disponible en forma permanente en la oficina de Puno. Las posibilidades de pagar la matrícula del personal en los cursos de inglés en la UNTA en Puno deben ser examinados.
- (f) El Laboratorio está razonablemente bien equipado con cristalería, reac-

tivos, equipo analítico, microscopios estándar y equipo limnológico en general. Sin embargo, hay varios items pequeños de cristalería, reactivos y otros materiales que se necesitan y podrían ser obtenidos si se dispusiera de adecuados fondos y facilidades de operación. Creo que los items adicionales que se necesitan para trabajos efectivamente incluyen:

- un muestreador horizontal de zooplancton tipo Miller con malla de 60 y 100 μ (más confiable y con menor costo de mantenimiento que el equipo Clarke-Bumpus) con 5 m de malla de repuesto.
- un estereoscopio binocular de campo-ancho adecuado para la identificación, clasificación y conteo de zooplancton (Zeiss-Jena tiene uno de precio relativamente cómodo y excelente calidad); una cámara lucida para el estéreo.
- un espectrofotómetro seguro, pero no necesariamente caro o excesivamente elaborado, para análisis de concentraciones de nutrientes; Hach sacó un modelo que probablemente no es suficientemente sensitivo para las concentraciones bajas que pueden encontrarse en algunos afluentes.
- una calculadora pequeña de escritorio con funciones estadísticas estándar.
- 4 pares de botas hasta la altura del pecho de buena calidad (por lo menos un par con entrepierna alta y en buenas condiciones para consultores visitantes!)

9. Estudios de ciclos vitales.

Se necesita información básica sobre por lo menos 3 especies - Basilichthys bonariensis (el pejerrey), la forma pelagial planctívora Orestias (colectivamente conocida como "ispi") y Orestias cuvieri (la "boga").

El primero de éstos, el pejerrey, se ha expandido por todo el lago después de su introducción hace cerca de 2 décadas y ahora se encuentra en las partes bajas y medias de la mayoría de afluentes grandes. El pejerrey se ha vuelto muy abundante por lo menos en aguas cercanas a la orilla donde los juveniles y sub-adultos se alimentan intensamente de los micro-invertebrados de la zona litoral. Los adultos aparentemente emigran a aguas más alejadas de la orilla donde se alimentan abundantemente de ispi, probablemente usurpando los nichos de la boga y la trucha. Todos los ejemplares mayores de 20 cm aproximadamente que he examinado tuvieron varios ispis en sus estómagos. El pejerrey se ha convertido en un importante pez comercial en el área

de Puno y la demanda frecuentemente excede a la oferta en el mercado local. Obviamente es una especie importante en la comunidad y los estudios básicos de su biología en el Titicaca, principalmente por Wurtsbaugh (1974), necesitan ser extendidos para el mejor entendimiento de juveniles y adultos, así como de su actividad predatoria y de las interacciones competitivas con otras especies, particularmente la boga y la trucha arco-iris.

El ispi es probablemente un pez clave pelagial en el lago, pues concentra el zooplancton en paquetes de energía de tamaño apropiado para ser eficientemente pastoreado por grandes predadores, bogas primero, luego la trucha arco-iris y ahora principalmente el pejerrey. El personal de Puno ha desarrollado una propuesta de investigación del ispi, parte de la cual podría llevarse a cabo en conjunto con el programa de capturas con red estándar sugerido en la recomendación 6. El ecosondaje pelagial combinado con pescas de arrastre puede proporcionar los primeros niveles de información necesarios para determinar la abundancia y distribución pelagiales.

Parece que ha disminuído la abundancia de la boga en el lago principal y los estudios de su biología es mejor realizarlos en el Lago Arapa donde todavía existe una importante pesquería comercial. Algunos aspectos de su biología están siendo estudiados por Betty Mañiz Delgado de la UNTA quien requiere adecuados fondos y apoyo técnico para extender su trabajo.

10. Estudios de interacciones de peces.

Aunque cierta información general y descriptiva sobre la interacción entre los peces nativos y las introducidas puede obtenerse de los programas anteriormente señalados, no es suficiente para el entendimiento cuantitativo de los efectos de la trucha en los peces nativos o del pejerrey en la trucha y en los nativos. En primer lugar hay muchas otras influencias mezcladas en el Lago Titicaca (p.e., la introducción de varias especies, las áreas locales de eutroficación). En segundo lugar los efectos iniciales de adaptación entre especies más importantes han sido probablemente ya separados. Pero será esencial tener tal información si vamos a predecir la condición futura de los recursos pesqueros del Titicaca o los efectos de las introducciones de peces planeadas ahora o en el futuro para otros lagos de la cuenca.

El Lago Arapa del que se dice que tiene muy poca trucha arco-iris y pejerrey, podría servir como un sistema de casi control en gran escala para estudiar las interacciones de especies y compararlas con aquellas del Lago Titicaca.

Sugiero buscar un lago pequeño adecuado para experimentos que permitan ganar un entendimiento más profundo de las complejas interacciones entre estas especies. El lago debe contener una o varias especies del grupo Orestias; si no, éstas deberán ser introducidas. Un período previo de calibración de unos cuantos años de estudio será necesario para obtener información inicial (abundancia, crecimiento, alimentación, etc) sobre la población nativa. Luego el lago podrá ser dividido (cortina tipo Schindler, dique) en dos cuencas, una para control y la otra para la introducción de las especies no nativas (trucha o pejerrey). Este diseño dará datos experimentales de las situaciones "antes" y "después" así como de control con los cuales se podrá evaluar los efectos de interacción.

11. General

Mi recomendación final se refiere a la necesidad de enfocar y concentrar las investigaciones hidrobiológicas emprendidas o planeadas en el Laboratorio de IMARPE Puno desde el punto de vista de algunos problemas críticos que realísticamente puedan ser atacados y "resueltos" en los próximos 5 años. En este informe ya se han propuesto más preguntas y recomendaciones de estudio que las que pueden realmente ser atendidas en un futuro cercano por el grupo tal como existe en estos momentos.

Una selección cuidadosa tendrá que ser hecha para lo cual en la sección siguiente indico algunas prioridades.

El grupo de Puno lo forma un pequeño número de biólogos responsables que trabajan bajo condiciones físicas y logísticas muy difíciles en una serie sumamente extensa de proyectos y con muy poco apoyo efectivo de sus superiores. Bajo dichas condiciones, es esencial planear cuidadosamente el tipo de estudios que puedan hacerse y luego restringir actividades en esas áreas. En contraste con lo que ocurre frecuentemente en laboratorios de campo, ciertamente no han faltado los planeamientos de largo alcance en Puno! Sirva de testigo los varios proyectos sin fondos a que me he referido anteriormente. A mi parecer la principal deficiencia de estos planes fue que las preguntas propuestas fueron muy difíciles y extensas para ser completadas efectivamente por el pequeño grupo de trabajo bajo las condiciones comunes. Su falla no fue la carencia de un plan, pero sí un planeamiento inapropiado, sin tener en cuenta el nivel real del apoyo esperado.

El planeamiento futuro deberá reconocer claramente tres realidades:

- (1) el personal es pequeño y seguramente permanecerá así por varios años.
- (2) las facilidades y equipo son limitados y seguramente permanecerá así

por varios años.

- (3) el apoyo de los superiores ha sido indiferente o en el mejor de los casos, esporádico, y seguramente permanecerá también así.

Esto no significa que un trabajo útil y productivo no pueda ser realizado por el grupo de Puno, sino que hacerlo demandará mucha más atención a los planes realísticos con metas más limitadas, claras y definidas.

¡Ciertamente un gran desafío cuando se piensa en la gran escala geográfica y la complejidad desconcertante de un sistema tal como el del Titicaca!

PRIORIDADES ^a

1. Completar las estimaciones anuales de la captura total y de la captura por unidad de esfuerzo para todas las regiones del lago, con distinción entre zonas pelagiales y litorales.
2. Determinar el valor económico de la pesca (probablemente se requiera aquí la ayuda de economistas), pero sin ignorar sus otros valores e implicancias para la población nativa.
3. Estimar la ictiomasa y distribución de especies en la zona pelagial usando métodos de ecosonda calibrada combinados con la verificación mediante pescas.
4. Estimar la ictiomasa y distribución de especies en la zona litoral usando una red agallera y técnicas de arrastre combinadas con ecosondas y tratamiento de rotenona.
5. Desarrollar la tecnología de artes de pesca para la más efectiva explotación de la abundancia y distribución de las especies en ambas zonas, pelagial y litoral.
6. Desarrollar un programa de rastreo y pesca de cortina estándar para monitorear semestralmente las estadísticas vitales de las poblaciones de peces en la zona litoral en estaciones escogidas.
7. Determinar la característica de edad de las especies importantes utilizando los anillos diarios en los otolitos (si la muestra tomada para

^a Esta lista está sólo en orden aproximado de preferencia. También asume que muchos de los items dados en la recomendación 8, esencial para las operaciones efectivas del Lab. de Puno, serán llevados a cabo.

análisis en UBC prueba la factibilidad de este método.

8. Llevar a cabo estudios limnológicos como se sugirió, concentrándose en la zona litoral, primeramente en la Bahía de Puno.
9. Llevar a cabo estudios sobre el ciclo vital del pejerrey, ispi, y boga como se anotó.
10. Llevar a cabo estudios de interacción de especies como se sugirió, concentrándose en la predación pejerrey-ispi y usando estudios comparativos entre el Titicaca y el Arapa seguido de otros enfoques experimentales posibles.

REFERENCIAS

- CAMPBELL, H. 1976. Reconocimiento de las pesquerías en aguas continentales del Perú. Informe preparado para el Proyecto de Biología de Aguas Continentales y Acuicultura, FAO, Fl:DP/PER/71/012/2. 31 p.
- 1979. Fishery research and development planning - an approach to more productive work. Internal Memorandum, Proyecto UNDP/FAO-PER/76/022, Lima, Perú. 4 p.
- CARMOUZE, J., C. ARZE y J. QUINTANILLA. 1978. Circulación de materia (agua-sales disueltas) a través del sistema fluvio-lacustre del Altiplano: la regulación hídrica e hidroquímica de los lagos Titicaca y Poopó. Cah. O.R.S.T.O.M., Ser. Geol. Vol. X, N° 1 : 49-68
- EVERETT, G. 1973. The rainbow trout Salmo gairdneri (Rich.) fishery of Lake Titicaca. J. Fish Biol. 5 : 429-440
- GILSON, H. 1939. Description of the expedition. Report N° 1, The Percy Sladen Trust Expedition to Lake Titicaca in 1937. Trans. Linn. Soc. London, 3rd Ser. Vol. 1, p. 1-20
- JOHNSON, R. 1978. Hydroacoustic data acquisition manual. Internat. Pac. Salm. Fish. Comm., New Westminster, British Columbia. 28 p.
- LORZ, H. y T. NORTHCOTE. 1965. Factors affecting stream location and timing and intensity of entry of spawning kokanee (Oncorhynchus nerka) into an inlet of Nicola Lake, British Columbia. J. Fish. Res. Bd. Canada. 22 : 665-687
- NORTHCOTE, T. 1974. Sampling of fish populations for evaluation of water quality conditions in large British Columbia lakes and rivers. FAO/UN Contrib. N° 37, European Inland Fisheries Advisory Comm. Symposium, Aviemore, Scotland. 18 p.
- H. LORZ y J. MACLEOD. 1964. Studies on diel vertical movement of fishes in a British Columbia lake. Verh. Internat. Verein. Limnol. 15 : 940-946
- y H. RUNDBERG. 1970. Spatial distribution of pelagic fishes in Lambarfjarden (Malaren, Sweden) with albula and Osmerus eperlanus.
- T. HALSEY y S. MACDONALD. 1972. Fish as indicators of water quality in the Okanagan Basin Lakes, British Columbia. Canada-British Columbia Okanagan Basin Agreement. Report N° 22, 78 p.
- RICHERSON, P., C. WIDMER y T. KITTEL. 1977. The limnology of Lake Titicaca (Peru-Bolivia), a large, high altitude tropical lake. Inst. Ecol. Publ. N° 14, Univ. Calif., Davis. 78 p

- SCHINDLER, O. 1955. Limnologische Studien am Titicacasce. Arch. Hydrobiol. 51 : 118-124
- TUTIN, T. 1940. The macrophytic vegetation of the lake. Report N° X. The Percy Sladen Trust Expedition to Lake Titicaca in 1937. Trans. Linn. Soc. London. 3rd Ser. Vol. 1, Part 2, p. 161-189
- WURTSBAUGH, W. 1974. Biología y pesquería del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*) en el Lago Titicaca. Informe Dirección de Investigaciones Pesqueras en Aguas Continentales, Inst. Mar Perú Callao. 34 p.

Apéndice 1. Una bibliografía computarizada del sistema del Lago Titicaca y sus recursos hidrobiológicos.

NOTA.- Este apéndice reúne 275 entradas en 107 páginas, razón por la cual no se incluye aquí.

Apéndice 2. Formatos para el muestreo de estaciones de los tributarios del Lago Titicaca en las principales sub-cuencas organizadas en la misma secuencia que en la Tabla 2.

Río Huancané (1 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Huancané
2. LUGAR DE LA ESTACION Puente Huancané, cerca de la confluencia con el Río Ramis, inmediatamente río abajo del puente
3. HORAS DE ENCUESTA 12:00-1-:45 16-Mayo-1979
(HORA.DIA.MES.AÑO)
4. TEMPERATURA DEL AGUA 14.0 °C
5. OXIGENO DISUELTTO ---; --- mg/l
(MUESTRA DE WINKLER) (METRO)
6. MUESTRA DE AGUA 3, superficie, ca.1L CONDUCTIVIDAD 831 μ hos @ 25°C
(Nº, VOL.)
- ALCALINIDAD FENOL 0; METIL O. 103 ppm; DUREZA Ca 196;
TOTAL 239 ppm; TOTAL P --- ug/l; ORTHO P --- ug/l
NITRATO N --- mg/l; OTROS ANALISIS ---
7. TRANSPARENCIA --- cm PROFUNDIDAD SECCHI; < 50 cm MAX.PROF. VISIBLE DEL FONDO
8. TURBIEDAD --- UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE) turbiedad obvia visible
9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO MIRANDO RIO ABAJO)
DISTANCIA (m): río de 60 m ancho en el corte transversal, profundidad máxima
PROFUNDIDAD (m): 1 m, perfil del corte transversal no medido

AREA DEL CORTE TRANSVERSAL DE LA ESTACION --- m²
10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFECIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA; BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)
DISTANCIA (m): velocidad no medida pero con 1 promedio visual
VELOCIDAD (m/s): probablemente cerca de 0.3 m/s; estación de medición en el banco
ⓓ (↓) se dice que registra el nivel (y por lo tanto la descarga)
y temperatura P
DESCARGA DE LA ESTACION --- m³/s
11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL Casi enteramente arena fina y lodo
12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL OJO) pesado
13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION aque-llas características notadas arriba (11) para la sección visible río arriba y abajo del puente.

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) ninguna evidente pero la baja visibilidad obscurecía gran parte del fondo
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) muy poca excepto grass y unos cuantos bancos cortados a pico cuando el nivel del agua es alto
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS: CUALITATIVO , a lo largo de ambos bancos con red cal-cal. CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) ninguna tomada
17. MUESTRAS DE PECES
- (1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) 1 x 25 m; 6 mm de malla
- (2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) ca 100 m de distancia; ca. 2000 m²
- (3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO chinchorro por el puente; lodo, arena fina
- (4) NUMERO DE LANCES uno
- (5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) 104 pejerreyes, 8 Orestias sp., 3 truchas arco-iris juveniles; una distribución representativa de tamaños de pejerrey fue preservada junto con otras especies capturadas
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) ninguna evidencia del desove de truchas, no hay substrato adecuado.
19. EVIDENCIA DE PESCA ninguna vista
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA, IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) campos a ambos lados del río intensamente pastoreado por ovejas, llamas
21. COMENTARIOS GENERALES en esta área el Huancané parece cortar más profundamente en el Altiplano que el Río Ramis en las cercanías
22. EXPLORADO POR Eufracio Bustamante
Hugo Treviño
Tom Northcote

Río Malquine (Putina) (1 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Malquine (Putina) 2. LUGAR DE LA ESTACION ca. 2 km río arriba de San Pedro, cerca a Putina.
3. HORAS DE ENCUESTA 08:35-09:00 18-Mayo-1979 (HORA, DIA, MES, AÑO)

4. TEMPERATURA DEL AGUA 9.1 °C 5. OXIGENO DISUELTO (MUESTRA DE WINKLER) (METRO)
6. MUESTRA DE AGUA ca. 1 L (Nº, VOL.) CONDUCTIVIDAD 529 umhos @ 25°C

ALCALINIDAD FENOL. 0; METIL O. 119 ppm; DUREZA Ca 223 ;
TOTAL 255 ppm; TOTAL P ug/1; ORTHO P ug/1
NITRATO N mg/1; OTROS ANALISIS

7. TRANSPARENCIA cm PROFUNDIDAD SECCHI; 50 cm MAX. PROF. VISIBLE DEL FONDO (50 cm max. prof. en el corte transversal)
8. TURBIEDAD UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE).
9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO MIRANDO RIO ABAJO)

Table with 2 rows: DISTANCIA (m) and PROFUNDIDAD (m). Columns represent distance markers from 0 to 18 meters.

AREA DEL CORTE TRANSVERSAL DE LA ESTACION 6.72 m^2

10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA: BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)

Table with 2 rows: DISTANCIA (m) and VELOCIDAD (m/s). Columns represent distance markers 5, 8, 11, 14, 16 meters.

DESCARGA DE LA ESTACION 2.77 m^3/s

11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL mayormente grava de 1 - 5 cm con algunos montones de arena, fondo muy compacto

12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL OJO) carga de sedimento pesado cuando se revuelve el fondo.

13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION como en el 11

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) pequeña cubierta río adentro
excepto por muy pocas piedras grandes
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) Ninguna cubierta de banco
al actual nivel de agua pero sí algunos bancos cortados a pico a niveles más altos
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS; CUALITATIVO red cal-cal a lo largo del banco del
CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) río
cuatro muestras cuantitativas tomadas del área de grava usando una red 23 x 10 su-
mergida (2.5 mm malla) alborótando el fondo en un área de ca 23 x 23 cm frente a la
red; muestras combinadas
17. MUESTRAS DE PECES
- (1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) chinchorro de playa no usado por falta de
(2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) un área adecuada
- (3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO
- (4) NUMERO DE LANCES
- (5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) algunos Trichomycterus sp. capturados con red
cal-cal en áreas de fondo de grava.
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) ninguna evidencia de nidos de truchas aunque algunas probables áreas fueron che-
queadas; una gruesa capa de sedimento sobre la grava probablemente hace la región
19. EVIDENCIA DE PESCA ninguna vista en la región del corte transversal, inadecuada
pero algunos pescadores a lo largo de bancos cerca a Putina
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA,
IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) Area en ambos lados del río intensamente uti-
lizada para pastoreo de ganado, ovejas, llamas
21. COMENTARIOS GENERALES se dice que en esta sección hay trucha arco-iris pero poco
pejerrey
22. EXPLORADO POR Eufracio Bustamante
Hugo Treviño
Tom Northcote

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Ramis
2. LUGAR DE LA ESTACION puente Ramis
puente del camino más cerca a la
boca (~~camino Juliaca Huanacané~~)
3. HORAS DE ENCUESTA 11:00 16-Mayo-1979
(HORA.DIA.MES.AÑO)
4. TEMPERATURA DEL AGUA 13.9 °C
5. OXIGENO DISUELTO --- mg/l
(MUESTRA DE WINKLER) (METRO)
6. MUESTRA DE AGUA 2, superficie, cal 1 CONDUCTIVIDAD 545 μ hos @ 25°C
(N°, VOL.)
- ALCALINIDAD FENOL. 0; METIL O. 103 ppm; DUREZA Ca 169;
TOTAL 200 ppm; TOTAL P --- ug/l; ORTHO P --- ug/l
NITRATO N --- mg/l; OTROS ANALISIS ---
7. TRANSPARENCIA --- cm PROFUNDIDAD SECCHI; <50 cm MAX.PROF. VISIBLE DEL FONDO
8. TURBIEDAD --- UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE) turbiedad obvia
visible
9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO
MIRANDO RIO ABAJO)
DISTANCIA (m): ancho del río en el puente ca. 115 m; el perfil de profundidad
PROFUNDIDAD(m): no pudo ser medido sin bote pero probablemente al menos 1-2 m so-
sobre gran parte de la distancia con algunos lugares a 4 m de pro-
fundidad de acuerdo con el soldado en el punto de chequeo.
AREA DEL CORTE TRANSVERSAL DE LA ESTACION --- m²
10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA:
BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)
DISTANCIA (m): ---
VELOCIDAD (m/s): velocidad no medida pero probablemente ca. 15 cm/sæg sobre
gran parte del corte transversal, hay un medidor de nivel aquí
y la descarga es registrada
DESCARGA DE LA ESTACION --- m³/s
11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL donde se pudo ver, el fondo estaba
compuesto de arena muy fina y lodo
12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL OJO) pesada; el substrato más común
13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION les de lodo fino
arena fina o lodo caracteriza las porciones visibles del río en otras áreas vistas
desde el puente

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) algunos bancos cortados a pico
proveerían cubierta a lo largo de los bancos del río a un nivel de agua mucho más
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) poca, excepto por pasto ^{alto}
y algunas matas las cuales proveerían cobertura a un nivel de agua más alto
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS: CUALITATIVO a lo largo de bancos de río y
CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) canales laterales
ninguna hecha
17. MUESTRAS DE PECES ninguna hecha porque no fue posible chinchorrear efectivamente
sin un bote en esta sección del río
(1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) _____
(2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) _____
(3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO _____
(4) NUMERO DE LANCES _____
(5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) _____
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) _____
ningún desove de trucha se espera en esta sección del río por la falta de sustrato
adecuado
19. EVIDENCIA DE PESCA seis nativos peruanos estaban pescando con cordeles de pesca y
cañas rústicas desde el puente; algunas truchas arco-iris 20-30 cm fueron escogidas
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA,
IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) en ambos lados del río hay un intenso pastoreo
de ganado, ovejas, llamas
21. COMENTARIOS GENERALES los canales al lado del río soportan un denso crecimiento
de macrofitas con azola en la superficie. El río parece sobrepasar las bajos ban-
cos en esta área durante períodos de crecida de aguas
22. EXPLORADO POR Eufracio Bustamante
Hugo Treviño
Tom Northcote

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Azángaro 2. LUGAR DE LA ESTACION 2-3 km río
3. HORAS DE ENCUESTA 13:10-14:00 18 Mayo 1979 arriba de Azángaro
(HORA.DIA.MES.AÑO)
4. TEMPERATURA DEL AGUA 13.0 °C 5. OXIGENO DISUELTO --; -- mg/l
(MUESTRA DE WINKLER) (METRO)
6. MUESTRA DE AGUA superficie, ca 1 L CONDUCTIVIDAD 640 μ hos @ 25°C
(Nº, VOL.)
- ALCALINIDAD FENOL. 0; METIL O. 103 ppm; DUREZA CA. 200 ;
TOTAL 200 ppm; TOTAL P --- ug/l; ORTHO P --- ug/l
NITRATO N --- mg/l; OTROS ANALISIS ---
7. TRANSPARENCIA -- cm PROFUNDIDAD SECCHI; ca 100 cm MAX. PROF. VISIBLE DEL FONDO
8. TURBIEDAD -- UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE); obvia eviden-
cia de turbiedad a la vista.
9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE-TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO
MIRANDO RIO ABAJO)
- DISTANCIA (m): perfil del corte transversal no medido pero ancho > 100 m, pero
PROFUNDIDAD (m): < 150 m y profundidad máxima 1.5 - 2 m
- AREA DEL CORTE TRANSVERSAL DE LA ESTACION -- m²
10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA;
BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)
- DISTANCIA (m): perfil de velocidad no medido en el corte transversal
VELOCIDAD (m/s): pero en casi todas las áreas sería > 0.3 m/s y < 0.5 m/s
- DESCARGA DE LA ESTACION -- m³/s
11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL mayormente con grava de 2-6 cm
pero con fuerte sedimento fino enclavado en el fondo
12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL OJO) grandes cantidades de sedimento
13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION fino.
casi todas las áreas en esta región del río tienen fondo con grava similar a la
del corte transversal pero una fuerte evidencia de deposiciones de sedimentos finos
por todos lados.

Río Azángaro (2 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) muy poca cobertura río adentro
excepto por unos pocos bancos de corte bajo a nivel de agua alta
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) muy poca o ninguna en casi
todas las áreas
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS: CUALITATIVO ninguna
CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) _____
4 muestras estándar "de un golpe" en áreas de 23 x 23 con red cal-cal estándar
(23 x 10 ca) con 2.5 mm malla
17. MUESTRAS DE PECES
- (1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) ninguna cala hecha
- (2) ÁREA APROX. MUESTREADA (m²) _____
- (3) UBICACIÓN, CARACTERISTICAS DEL FONDO _____
- (4) NUMERO DE LANCES _____
- (5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) colección con red cal-cal de Trichomycterus sp.
sobre grava grues en el corte transversal; esta especie parece ser muy común
en el área muestreada
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) _____
ninguna evidencia de nidos de truchas vistas en la región de 100 m río arriba y
abajo del corte transversal; algunas truchas pequeñas (5-10 cm)? vistas en un pe-
queño estanque pero no pudieron ser capturadas con
19. EVIDENCIA DE PESCA _____ red cal-cal.
ninguna evidencia de pesca de truchas con red vista pero algunos (ca. 4) pescado-
res estaban pescando con caña de un banco del río cerca de Azángaro
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA,
IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) fuerte pastoreo en ambos lados del río, se
dice que esta región es el mayor centro de producción de ganado
21. COMENTARIOS GENERALES un cardímen de *Orestias* sp. visto en un canal somero al la-
do del río
22. EXPLORADO POR Eufracio Bustamante
Hugo Treviño
Tom Northcote

Río Coata

(1 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Coata 2. LUGAR DE LA ESTACION ca. 10 m río
3. HORAS DE ENCUESTA 8:15-35; 16 mayo 1979 abajo desde el Puente Maravilla en
(HORA, DIA, MES, AÑO) camino de Juliaca a Huancané
4. TEMPERATURA DEL AGUA 9.5 °C 5. OXIGENO DISUELTO --; -- mg/l
(MUESTRA DE WINKLER) (METRO)
6. MUESTRA DE AGUA 1; superficie; ca. 1 L CONDUCTIVIDAD 927 μ hos @ 25°C
(N° VOL.)

ALCALINIDAD FENOL 0; METIL 0.76 ppm; DUREZA Ca 122;

TOTAL 164 ppm; TOTAL P --- ug/l; ORTHO P --- ug/l;

NITRATO N --- mg/l; OTROS ANALISIS ---

TRANSPARENCIA -- cm PROFUNDIDAD SECCHI; ca. 50 cm MAX. PROF. VISIBLE DEL FONDO

8. TURBIEDAD -- UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE); leve turbiedad
a simple vista
9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO
MIRANDO RIO ABAJO)

DISTANCIA (m):	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
PROFUNDIDAD (m):	0	.3	.8	1	1	1	.8	.8	.8	.8	.7	.7	.7	.7	.7	.6	.6	.6	.6	.6	.6	.6
distancia (m):	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
profundidad (m):	.6	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.2	.15	0

AREA DEL CORTE TRANSVERSAL DE LA ESTACION 26.24 m²

10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA;
BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)

DISTANCIA (m):	3	10	20	32	40
VELOCIDAD (m/s):	.23	.56	.56	.28	.33

DESCARGA DE LA ESTACION 8.00 m³/s

11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL 0-3 m fuera del banco izquierdo =
arena fina y lodo; 3-40 m = lodo, ondeado por acción de la corriente; 40-43 cm = grava
fina (1-12 cm), manchas de *Polymeria* y *Hydrophyllum*
12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL CJO) pesado; ver fig. de deposición de
13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION lodo
los bancos muestran mucha evidencia de erosión; lodo, arena fina con poca grava
común en todas las áreas evidentes río abajo y arriba del puente por algunos cien-
tos de metros

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) muy poca excepto por algunas manchas de grava esparcidas de macrofitas
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) algunos bancos cortados a pico proveerían cobertura a un nivel alto de agua (1-2 m sobre el actual) pero ninguna cobertura de banco o árboles excepto por pasto bajo
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS: CUALITATIVO colectada sobre grava fina (40-43 m) y rocas bajo el puente, también manchas de macrofita (1-3 m) usando una red calca ninguna muestra cuantitativa fue tomada
CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) de 10x23cm de 2.5mm de malla
17. MUESTRAS DE PECES
- (1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) chinchorro 1 x 25 m, 6 mm de malla
- (2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) ca. 100 m de distancia a lo largo del banco izq. mirango ↓, ca. 2000 m²
- (3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO lodo, arena fina, profundidades arriba de 0.5m
- (4) NUMERO DE LANCES uno
- (5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) ca. 21 Orestias sp (probablemente agassii) pero ninguna otra especie.
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) ninguna evidencia de desove de trucha en esta área, ni tampoco se espera alguna por el substrato inadecuado
19. EVIDENCIA DE PESCA ninguna vista pero truchas arco iris y pejerreyes son aparentemente pescados en esta área con chinchorros y redes agalleras; se dice que el pejerrey emigra de regreso al lago durante los períodos de temperatura baja de río
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA, IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) en esta área la tierra en ambos lados del río es intensamente pastoreada por ganado, ovejas, llamas; se dice que algunos de estos campos son fertilizados con fósforo y nitrato amoniacado
21. COMENTARIOS GENERALES se dice que comúnmente se usa Aldrin como insecticida en esta área (tributarios del norte al Titicaca)
22. EXPLORADO POR Eufracio Bustamante
Hugo Treviño
Tom Northcote

Río Cabanillas (1 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

- 1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Cabanillas
- 2. LUGAR DE LA ESTACION unos 100 m río abajo de la boca del río viscachane; ca. 15 km río abajo de Sta. Lucía
- 3. HORAS DE ENCUESTA 13:40 27 junio 1979
(HORA, DIA, MES, AÑO)
- 4. TEMPERATURA DEL AGUA 11.5 °C
- 5. OXIGENO DISUELTO 7.6 ; 7.4 mg/l
(MUESTRA DE WINKLER) (METRO)
- 6. MUESTRA DE AGUA superficie, ca. 1L CONDUCTIVIDAD 1729 umhos @ 25°C
(Nº, VOL.)

ALCALINIDAD FENOL, 0 METIL O. 87 ppm; DUREZA Ca 141 ;

TOTAL 243 ppm; TOTAL P _____ ug/l; ORTHO P _____ ug/l;

NITRATO N 13.8 mg/l; OTROS ANALISIS _____

- 7. TRANSPARENCIA — cm PROFUNDIDAD SECCHI; ca. 100 cm MAX. PROF. VISIBLE DEL FONDO
- 8. TURBIEDAD — UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE); ninguna turbiedad a simple vista
- 9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO MIRANDO RIO ABAJO)

DISTANCIA (m):	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

PROFUNDIDAD (m):	0	2	10	25	47	62	68	64	64	60	56	51	47	42	39	40
------------------	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

	16	17	18	19	20	21	22
--	----	----	----	----	----	----	----

	37	37	33	30	16	12	0
--	----	----	----	----	----	----	---

AREA DEL CORTE TRANSVERSAL DE LA ESTACION 8.21 m²

- 10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA; BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)

DISTANCIA (m):	5	10	15	19
----------------	---	----	----	----

VELOCIDAD (m/s):	.21	.42	.68	.30
------------------	-----	-----	-----	-----

DESCARGA DE LA ESTACION 3.59 m³/s (20-40 cm)

- 11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL mayormente grava gruesa con algunas manchas de grava y arena, crecimiento de perifiton cerca a la orilla
- 12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL OJO) leve
- 13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION similar a la notada en el 11

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) grava gruesa y algunos grandes pedrones proveen gran cantidad de cobertura río adentro
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) ninguna al actual nivel de agua; a 1-2m más alto cobertura de banco moderada en algunas áreas
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS: CUALITATIVO de grava gruesa y perifiton a CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) 5 muestras "de un golpe" combinadas estándar de 23 x 23 cm (red estándar) de grava ordinaria en ondas inmediatamente río arriba del corte transversal
17. MUESTRAS DE PECES
- (1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) 25 x 1 m (6 mm de malla)
- (2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) ca. 2000 m²
- (3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO ca. 200m río arriba del corte transversal en un estanque de grava fina y fondo de arena
- (4) NUMERO DE LANCES uno
- (5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) ninguna pesca (área que aparentemente ha sido recién cercada por pescadores del lugar); 1 arrastre hecho con chinchorro grande en estanque en Cupe (ca. 2000 m²) capturadas 9 truchas juveniles arco iris
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) nidos de truchas arco iris localizados en el área bajo la confluencia del Río Yataya donde el tamaño de grava (2-6cm) es más pequeña que en el área del corte transversal
19. EVIDENCIA DE PESCA un activo chinchorreo y pesca de truchas se lleva a cabo en esta región del Cabanillas; pescadores del lugar están familiarizados con estanques específicos en donde usan chinchorro
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA, IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) algún pastoreo, pero no mucho. La carretera y el ferrocarril han afectado la fisionomía del banco en algunas áreas. Dos canales de irrigación usan agua del Cabanillas; se dice que sus tomas no tienen re-
21. COMENTARIOS GENERALES Orestias sp. y Trichomycterus vistos en el río en jillas esta área
22. EXPLORADO POR Hugo Treviño
Ricardo Hi
Amanda Zirena
Tom Northcote

Río Ilpa

(1 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Ilpa 2. LUGAR DE LA ESTACION puente de
carretera; camino Puno-Juliaca in-
mediatamente bajo el puente
3. HORAS DE ENCUESTA 07:10 16 mayo 1979
(HORA, DIA, MES, AÑO)
4. TEMPERATURA DEL AGUA -- °C 5. OXIGENO DISUELTO --; -- mg/l
(MUESTRA DE WINKLER) (METRO)
6. MUESTRA DEL AGUA -- CONDUCTIVIDAD -- umhos @ 25°C
(Nº, VOL.)
- ALCALINIDAD FENOL. --; METIL O. -- ppm; DUREZA Ca --;
TOTAL -- ppm; TOTAL P -- ug/l; ORTHO P -- ug/l
NITRATO N -- mg/l; OTROS ANALISIS --
7. TRANSPARENCIA -- cm PROFUNDIDAD SECCHI; 50 cm ~~MAX.~~ PROF. VISIBLE DEL FONDO
max. profundidad en la estación
8. TURBIEDAD -- UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE)
9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO
MIRANDO RIO ABAJO)
- DISTANCIA (m): perfil de profundidad no medido
PROFUNDIDAD (m):
- AREA DEL CORTE TRANSVERSAL DE LA ESTACION -- m²
10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA;
BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)
- DISTANCIA (m): velocidades no medidas
VELOCIDAD (m/s): (siempre alguna descarga; aún en agosto)
- DESCARGA DE LA ESTACION no medida m³/s estimación visual ca. 1/4m³
11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL donde es evidente (denso crecimen-
to de macrofita - Elodia, Myriophyllum, Potamogeton) principalmente lodo; sedimento
fino con pocas manchas de grava fina
12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL OJO) pesada
13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION
similar al arriba (ver 11)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) buena, donde consiste en denso crecimiento de macrofita; algunas coberturas de bancos cortados a pico a un nivel alto de agua
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) muy poca, excepto por pasto a un nivel alto de agua
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS: CUALITATIVO ninguna tomada
CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) ninguna tomada
17. MUESTRAS DE PECES -ninguna tomada, pero algunas Orestias sp. (probablemente agassii) fueron vistas en un estanque inmediatamente debajo el puente
(1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) (longitud ca. 3-10cm)
(2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) _____
(3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO _____
(4) NUMERO DE LANCES _____
(5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) _____
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) ningún desove de trucha probable en esta sección por falta del substrato adecuado
19. EVIDENCIA DE PESCA ninguna vista
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA, IRRIGACION, BARRERAS DE MICRACION) pastoreo de ganado, cvejas en ambos lados del río
21. COMENTARIOS GENERALES bastante perifiton (tiras de largas algas filamentosas) presente en todas las macrofitas
22. EXPLORADO POR Eufracio Bustamante
Hugo Treviño
Tom Northcote

Río Ilpa

(1 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Ilpa 2. LUGAR DE LA ESTACION ca. 100m río
3. HORAS DE ENCUESTA 10:30 27 junio 1979 arriba del puente de la carretera
(HORA.DIA.MES.AÑO) Puno-Juliana

4. TEMPERATURA DEL AGUA 9.5 °C 5. OXIGENO DISUELTO 7.2 ; 7.4 mg/l
(MUESTRA DE WINKLER) (METRO)

6. MUESTRA DE AGUA superficie, ca. 1L CONDUCTIVIDAD 1168 µmhos @ 25°C
(N°, VOL.)

ALCALINIDAD FENOL. 0 ; METIL O. 156 ppm; DUREZA Ca 129 ;
TOTAL 239 ppm; TOTAL P ug/l; ORTHO P ug/l
NITRATO N 11.0 mg/l; OTROS ANALISIS

7. TRANSPARENCIA --- cm PROFUNDIDAD SECCHI; > 150 cm MAX.PROF. VISIBLE DEL FONDO

8. TURBIEDAD --- UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE)

9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO MIRANDO RIO ABAJO)

DISTANCIA (m):	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11.5
PROFUNDIDAD (m):	0	10	19	24	30	34	36	41	34	39	28	12	0

AREA DEL CORTE TRANSVERSAL 2.89 m²

10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA; BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)

DISTANCIA (m):	2	4	7	9
VELOCIDAD (m/s):	.06	.12	.16	.06

DESCARGA DE LA ESTACION 0.32 m³/s

11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL lodo y arena fina en todas partes con denso crecimiento de macrofitas (principalmente Elodea con algunos Potamogeton,

12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL OJO) muy pesada

13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION similar al corte transversal como en el 11, algunas manchas de arena fina río abajo del puente

Río Ilpa

(2 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) bancos de macrofitas proveen excelente cubierta la cual es muy usada por Orestias
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) poca al actual nivel del agua pero algunos bancos cortados a niveles más altos
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS: CUALITATIVO red cal-cal a lo largo de bancos
CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) ninguna
ninguna tomada
17. MUESTRAS DE PECES
- (1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) atarraya (ca. 2 m diámetro)
- (2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) ? ?
- (3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO lodo, arena fina en fosa bajo el puente
- (4) NUMERO DE LANCES ?
- (5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) Orestias sp.
se dice que Trychomycterus sp. (mauri) se encuentran en el bajo Ilpa, junto con algunos pejerreyes
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) no es probable el desove de trucha por la falta de sustrato adecuado
19. EVIDENCIA DE PESCA ninguna vista
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA, IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) intenso pastoreo a lo largo de ambos bancos del río
21. COMENTARIOS GENERALES durante la época de lluvia (dic-feb) el Ilpa rebasa los bancos e inunda una vasta área plana
22. EXPLORADO POR Hugo Treviño
Ricardo Hi
Amanda Zirena
Tom Northcote

Río Ilave

(1 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Ilave 2. LUGAR DE LA ESTACION Huayllata
 3. HORAS DE ENCUESTA 10:30 6 junio 1979 ca. 2 km río arriba de la boca
 (HORA, DIA, MES, AÑO)
4. TEMPERATURA DEL AGUA — °C 5. OXIGENO DISUELTO — ; — mg/l
 (MUESTRA DE WINKLER) (METRO)
6. MUESTRA DE AGUA ✓ superficie, medio río CONDUCTIVIDAD 537 μ mhos @ 25°C
 (Nº, VOL.)

ALCALINIDAD FENOL. 4 ; METIL O. 83 ppm; DUREZA Ca 129 ;

TOTAL 141 ppm; TOTAL P — ug/l; ORTHO P — ug/l

NITRATO N — mg/l; OTROS ANALISIS —

7. TRANSPARENCIA — cm PROFUNDIDAD SECCHI: ca. 30 cm MAX. PROF. VISIBLE DEL FONDO
8. TURBIEDAD — UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE)
9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO MIRANDO RIO ABAJO)

DISTANCIA (m): ancho del corte transversal no medido

PROFUNDIDAD (m): máxima profundidad 1.5 - 2 m

AREA DEL CORTE TRANSVERSAL — m²

10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA; BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)

DISTANCIA (m): —

VELOCIDAD (m/s): —

DESCARGA DE LA ESTACION — m³/s

11. CARACTERÍSTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL arena fina, lodo con un crecien-
to denso de macrofitas (mayormente Myriophyllum y Elodea, algún Potamogeton)
12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL OJO) muy pesada
13. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION —
como en el 11

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) excelente en áreas de capas de macrofita, son muy utilizados por Orestias sp.
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) algunas a un nivel más alto cuando los bancos cortados a pico son anegados
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS; CUALITATIVO red cal-cal en capas de macrofita
CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) ninguna
17. MUESTRAS DE PECES ninguna tomada
- (1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) _____
- (2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) _____
- (3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO _____
- (4) NUMERO DE LANCES _____
- (5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) _____
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) ningún desove posible de trucha por la falta de sustrato adecuado
19. EVIDENCIA DE PESCA ninguna vista
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA, IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) una fuerte alimentación de ganado a lo largo de bancos con macrofita recolectadas del río
21. COMENTARIOS GENERALES _____
22. EXPLORADO POR Hugo Treviño
Ricardo Hi
Tom Northcote

Río Ilave

(1 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Ilave 2. LUGAR DE LA ESTACION ca. 1.5 km
3. HORAS DE ENCUESTA 07:00-07:45 6 junio 1979 río abajo del puente Ilave
(HORA.DIA.MES.AÑO)

4. TEMPERATURA DEL AGUA 8.0 °C 5. OXIGENO DISUELTO --; -- mg/l
(MUESTRA DE WINKLER) (METRO)

6. MUESTRA DE AGUA superficie, ca. 1L CONDUCTIVIDAD 549 μ hos @ 25 °C
(Nº. VOL.)

ALCALINIDAD FENOL. 0; METIL 0. 81 ppm; DUREZA Ca 118 ;

TOTAL 133 ppm; TOTAL P --- ug/l; ORTHO P --- ug/l;

NITRATO N --- mg/l; OTROS ANALISIS ---

7. TRANSPARENCIA -- cm PROFUNDIDAD SECCHI; ca. 25 cm max. PROF. VISIBLE DEL FONDO

8. TURBIEDAD -- UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE); turbiedad obvia

9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO
MIRANDO RIO ABAJO)

DISTANCIA (m):	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
PROFUNDIDAD (m):	0	44	74	68	55	45	32	43	26	50	52	59	53	58	58	57
	32	34	36	37												
	70	36	3	0												

AREA DEL CORTE TRANSVERSAL DE LA ESTACION 18.61 m²

10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA;
BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)

DISTANCIA (m):	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	28	32	35
VELOCIDAD (m/s):	.31	.36	.38	.43	.45	.43	.48	.53	.50	.50	.43	.43	.42	.42	.20

DESCARGA DE LA ESTACION 7.70 m³/s

11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL mayormente grava (2-5 cm) sobre
casi todo el corte transversal; alguna arena fina, todo cerca de los margenes
del río

12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL OJO) moderadamente pesado, pero mu-
cho menos que el Ramis, Huancará

13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION
generalmente como anotado en el 11 aunque el banco izquierdo está considerable-
mente modificado por trabajos de la buldozer

Río Ilave

(2 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) pobre, ninguna piedra grande
-
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) virtualmente ninguna al actual nivel de agua
-
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS: CUALITATIVO en pequeño canal al lado y a lo largo del banco izq.
CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) ✓, 5 muestras "de un golpe" estándar (23 x 23 cm) con red cal-cal estándar a 2, 4, 6, 8 y 10 m fuera del banco izq. en fondo de grava, muestras combinadas
-
17. MUESTRAS DE PECES
- (1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) chinchorro de 0.5 x 4 m; malla ca. 6 mm
- (2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) ca. 20 m² canal lateral; max. profundidad ca. 0.5m
- (3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO arena fina, lodo
- 4) NUMERO DE LANCES _____
- (5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) combinada y preservada; algunas pequeñas Orestias sp. y sapos
-
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) ninguna
-
19. EVIDENCIA DE PESCA ninguna
-
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA, IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) banco izquierdo muy socavado por bulldozers tal vez para sacar grava y depositar basura
-
21. COMENTARIOS GENERALES _____
-
22. EXPLORADO POR Hugo Trevis
Ricardo Hi
Tom Northcote

Río Huenque

(1 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Huenque 2. LUGAR DE LA ESTACION Puente Untave
(JUNTA I) km 56.7; primer puente
3. HORAS DE ENCUESTA 16:30-17:15 5 junio 1979 en carretera río arriba del llave
(HORA.DÍA.MES.AÑO)

4. TEMPERATURA DEL AGUA 10.0 °C 5. OXIGENO DISUELTO --; -- mg/l
(MUESTRA DE WINKLER) (METRO)

6. MUESTRA DE AGUA superficie, ca. 1L CONDUCTIVIDAD 556 μ hos @ 25°C
(N°, VOL.)

ALCALINIDAD FENOL. 0; METIL O. 75 ppm; DUREZA-Ca 90;

TOTAL 122 ppm; TOTAL P -- ug/l; ORTHO-P -- ug/l

NITRATO N -- mg/l; OTROS ANALISIS --

7. TRANSPARENCIA -- cm PROFUNDIDAD SECCHI; ca. 40 cm MAX.PROF. VISIBLE DEL FONDO

8. TURBIEDAD -- UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE); ninguna tur-
biedad obvia

9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO
MIRANDO RIO ABAJO)

DISTANCIA (m):	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
PROFUNDIDAD (m):	0	21	24	24	43	41	41	40	35	29	50	35	61	59	65	62	52	48	64	33	0

AREA DEL CORTE TRANSVERSAL 18.58 m²

10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA;
BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)

DISTANCIA (m):	1	4	8	12	16	20	24	28	32	36	38
VELOCIDAD (m/s):	.08	.19	.12	.28	.24	.12	.28	.37	.33	.21	.21

DESCARGA DE LA ESTACION 5.20 m³/s

11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL mayormente grava y canto rodado
(10-50 cm) con alguna grava fina y arena cerca del banco izquierdo

12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL OJO) de leve a moderado; mucho menos
que el Ramis o el Huacaná

13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION
grava y canto rodado en casi toda las áreas, tal vez grava más pequeña y arena en
algunas áreas (región cerca del puente puede haber sido modificada por su cons-
trucción)

Río Huenque (2 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) grava grande y cantos rodados con algunos grandes pedrones proveen buena cubierta
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) pequeña al actual nivel del agua pero cuando el nivel sube 5 a 1.5 m más como estaba anteriormente (pasto pendiente en pedimentos del puente)
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS; CUALITATIVO colecciones con red cal-cal cerca a la playa
CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) muestras "de un golpe" estándar de 23 x 23 cm en áreas de grava; colecciones cuantitativas en pasto de los pedimentos del puente produjeron muchos anfípodos
17. MUESTRAS DE PECES
- (1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) 25 x 1 m; 6 mm malla
- (2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) arrastre de 200 m arriba del puente; ca. 4000m²
- (3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO pedrones y cantos rodados, arena en fosas
- (4) NUMERO DE LANCES uno, pero interrumpido varias veces con pérdida de efectividad
- (5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) 1 trucha marrón, 117 m longitud a la horquilla 21.1 gm. (gonadas blancas alargadas); 3 ninfas chironomid (8% vol.); 19 larvas simulide (ca. 40% vol.); 4 larvas coleópteras (ca. 10% vol.); 4 coleópteros adultos (ca. 30% vol.)
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) ningún nido visto en áreas cerca del puente pero un huevo vivo de trucha fue recuperado con red cal-cal del muestreo "de un golpe" en fondo de grava
19. EVIDENCIA DE PESCA ninguna evidencia de pesca de truchas pero algunos pedazos de monofilanato cerca al puente indican que ahí acostumbra pescar
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA, IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) algún pastoreo en la tierra cercana al río pero no tan fuerte como en los tributarios del norte del sistema (Ramis, Huancané, etc.)
21. COMENTARIOS GENERALES otra cala hecha (ca. 2000 m² de área) ca. 1.5 km río abajo del puente en una gran fosa (18° hrs) cogió 8-10 truchas juveniles marrones
22. EXPLORADO POR Hugo Treviño
Ricardo Hi
Tom Northcote

Río Huenque

(1 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Huenque 2. LUGAR DE LA ESTACION Mazo Cruz

3. HORAS DE ENCUESTA 13:50-14:30 5 jun 1979
(HORA. DIA. MES. AÑO)

4. TEMPERATURA DEL AGUA 12.0 °C 5. OXIGENO DISUELTO --; -- mg/l
(MUESTRA DE WINKLER) (METRO)

6. MUESTRA DE AGUA superficie; ca. 1L CONDUCTIVIDAD 359 μ mos @ 25°C
(N°, VOL.)

ALCALINIDAD FENOL. 0; METIL O. 63 ppm; DUREZA Ca 71;
TOTAL 78 ppm; TOTAL P --- ug/l; ORTHO P --- ug/l

NITRATO N --- mg/l; OTROS ANALISIS ---

7. TRANSPARENCIA --- cm PROFUNDIDAD SECCHI; > 40 cm MAX. PROF. VISIBLE DEL FONDO

8. TURBIEDAD --- UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (40cm max profundidad cerca del corte transv.)
(O EQUIVALENTE); no turbiedad a simple vista

9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO
MIRANDO RIO ABAJO)

DISTANCIA (m): 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 16.4

PROFUNDIDAD (m): 0 | 16 | 20 | 28 | 32 | 36 | 37 | 37 | 33 | 31 | 30 | 28 | 28 | 26 | 25 | 20 | 8 | 0

ÁREA DEL CORTE TRANSVERSAL DE LA ESTACION 4.66 m²

10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA;
BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)

DISTANCIA (m): 5 9 14

VELOCIDAD (m/s): 0.47 0.53 0.33

DESCARGA DE LA ESTACION 2.10 m³/s

11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL principalmente grava de 1-5 cm
pero sin tanto sedimento fino como en las estaciones del Ramis y Huancané

12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL OJO) leve pero no pesada

13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION ---
similar a la de la estación algunos kilómetros río abajo de Mazo Cruz

Río Huenque

(2 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TIFICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) muy poca al actual nivel del río; algunas a niveles más altos por bancos cortados a pico
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) virtualmente ninguna
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS: CUALITATIVO ninguna tomada
CUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC) 5 muestras "de un golpe" estándar (23 x 23 cm de área; red 23 x 10, malla de 2.5 mm; muestras combinadas de las 5; tomadas del substrato de grava
17. MUESTRAS DE PECES
- (1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) ninguna cala de chinchorro hecha
- (2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) _____
- (3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO _____
- (4) NUMERO DE LANCES _____
- (5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) colección con red cal-cal fue de *Trichomycterus* sp. en el substrato de grava en el corte transversal
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) ninguna evidencia de nidos de trucha marrón aunque se dice que hay en esta región
19. EVIDENCIA DE PESCA ninguna vista
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA, IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) intenso pastoreo de ganado, ovejas y llamas (posiblemente también alpacas) en esta área; algunos canales de irrigación se notaron a lo largo del río, se dice que sus tomas no tienen rejilla
21. COMENTARIOS GENERALES _____
22. EXPLORADO POR Hugo Treviño
Ricardo Hi
Tom Northcote

Río Suches (Grandes) (1 de 2)

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS
TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

1. NOMBRE DEL TRIBUTARIO Río Suches (Grandes) 2. LUGAR DE LA ESTACION punto del camino ca. 2 km al este de Cojata; ca. 25 m río abajo del puente
3. HORAS DE ENCUESTA 12:00-13:00 17 mayo 1979
(HORA, DIA, MES, AÑO)
4. TEMPERATURA DEL AGUA 12.1 °C 5. OXIGENO DISUELTO ---; --- mg/l
(MUESTRA DE WINKLER) (METRO)
6. MUESTRA DE AGUA 4, superficie, ca. 1L CONDUCTIVIDAD 107 umhos @ 25 °C
(Nº, VOL.)

ALCALINIDAD FENOL 0; METIL O. 30 ppm; DUREZA Ca 43;
TOTAL 47 ppm; TOTAL P --- mg/l; ORTHO P --- ug/l
NITRATO N --- mg/l; OTROS ANALISIS ---

7. TRANSPARENCIA --- cm PROFUNDIDAD SECCHI; > 80 cm MAX. PROF. VISIBLE DEL FONDO
(80 cm max profundidad en el corte transv)
8. TURBIEDAD --- UNIDADES DE TURBIEDAD DE JACKSON (O EQUIVALENTE)
ninguna visiblemente obvia
9. PERFIL DE PROFUNDIDAD EN EL CORTE TRANSVERSAL (DE IZQUIERDA A DERECHA DEL BANCO
MIRANDO RIO ABAJO)

DISTANCIA (m):	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PROFUNDIDAD (m):	0	.1	.1	.15	.15	.2	.3	.4	.5	.5	.5	.6	.6	.6	.7	.7
	16	17	18	19	20	21	22	23	24							
	.8	.8	.8	.8	.7	.5	.3	.15	0							

AREA DEL CORTE TRANSVERSAL DE LA ESTACION 11.06 m²

10. VELOCIDADES DEL CORTE TRANSVERSAL (SUPERFICIE EXCEPTO ANOTADO DE OTRA MANERA: BANCO DE IZQUIERDA A DERECHA)

DISTANCIA (m):	6	10	15	20
VELOCIDAD (m/s):	.24	.45	.59	.17

DESCARGA DE LA ESTACION 4.31 m³/s

11. CARACTERISTICAS DEL FONDO DEL CORTE TRANSVERSAL mayormente grava (1-3 cm) con alguna arena fina y sedimento a los lados; manchas de macrofitas (Elodea, Myriophyllum, Ranunculus) a lo largo del banco derecho en áreas de lodo/sedimento
12. CARGA DE SEDIMENTO FINO EN EL FONDO (MEDIDA AL 030) pesada en la grava perturbada
13. CARACTERISTICAS GENERALES DEL FONDO EN EL CANAL DEL RIO CERCA DE LA ESTACION como anotado en el 11

HOJA PARA DATOS DE EXPLORACION DE LOS

TRIBUTARIOS DEL LAGO TITICACA

14. CUBIERTA PARA PECES RIO ADENTRO (TIPO, ABUNDANCIA) manchas de macrofita dan cobertura (obviamente utilizado por jóvenes Orestias) pero la grava es muy pequeña para servir de cobertura excepto para crías. Generalmente pobre cobertura en esta
15. CUBIERTA PARA PECES EN LOS BANCOS (TIPO, ABUNDANCIA) área
virtualmente ninguna cobertura de banco al actual nivel del agua
16. MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTICOS ; CUALITATIVO colección con red cal-cal en manchas de macrofita y de las pocas piedras grandes encontradas
QUANTITATIVO (METODO, TAMAÑO Y MALLA DE RED, NUMERO, UBICACION, ETC.) ninguna muestra cuantitativa béntica fue tomada
17. MUESTRAS DE PECES
- (1) APAREJOS USADOS (DIMENSIONES, MALLA) chinchorro 25 x 1 m; malla 6 mm
- (2) AREA APROX. MUESTREADA (m²) ca. 2000 m², comenzando ca. 25 m río abajo
- (3) UBICACION, CARACTERISTICAS DEL FONDO grava y arena
- (4) NUMERO DE LANCES uno (ninguna galleta)
- (5) CAPTURA (ESPECIES POR LANCE) ningún pez cogido
algunas pequeñas Orestias sp. fueron capturadas con red cal-cal en manchas de macrofitas a lo largo del banco del río
18. EVIDENCIA DE DESOVE (DESOVANTES, NIDOS DE TRUCHAS, INFORMACION DE LOCALES) ninguna vista
19. EVIDENCIA DE PESCA ninguna
20. AGUA DE RIO, CARACTERISTICAS DEL USO DE LA TIERRA (DESARROLLO URBANO, AGRICULTURA, IRRIGACION, BARRERAS DE MIGRACION) intenso pastoreo de ovejas y llamas a los dos lados del río
21. COMENTARIOS GENERALES
22. EXPLORADO POR Eufracio Bustamante
Hugo Treviño
Tom Northcote

Apéndice 3. Formularios para uso de pescadores especialmente entrenados para obtener los datos requeridos para la estimación de la pesca total del Lago Titicaca.

[The content of this page is extremely faint and illegible, appearing to be a series of lines or a form template.]

INSTITUTO DEL MAR

LABORATORIO DE PUNO

ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS EN EL LAGO TITICACA

Registro de Captura

Formul. N°.....

I. DATOS DEL INFORMANTE

Nombre:..... Localidad:.....
Provincia:.....Distrito:.....Núcleo:.....
Fecha:.....

II. PARTICULARIDADES DE LA UNIDAD DE PESCA

2.1 Bote () Balsa () Chalana () Bote HFB () HP.....
2.2 Dimensión de la embarcación.....
2.3 Remo () Vela () Tangana ()

III. FAENA DE PESCA (rendimiento por unidad de esfuerzo)

3.1 Opera sólo () Opera en grupo ()
Si opera en grupo ¿cuál es su relación con el tripulante?
hijo () hermano () familiar ()
socio () ayudante ()

3.2 ¿Cómo coloca sus redes y para qué especie las utiliza?
red fondeada () especies.....
red en la superficie () especies.....
a la deriva () especies.....

3.3 Pesca diaria
¿Pesca Ud. varios diariamente?
Sí () No ()

3.4 Pesca por más de un día
¿Pesca Ud. varios días seguidos?
Sí () No ()

3.5 Colocación y revisión de redes
¿Revisa sus redes diariamente?
Sí () No ()
¿Cuándo los revisó por última vez?
Fecha de revisión.....a) hora de entrada.....
b) hora de salida.....

3.6 Artes nativas
¿Utiliza algún arte nativo?
Sí () No ()
Nombre del arte..... especie que captura.....
fecha que los utilizó..... a) hora de entrada.....
b) hora de salida.....
c) ¿Qué especie más capturó?...

Apéndice 4. Lista del equipo y otros materiales en el Laboratorio de
IMARPE Puno al 9 de julio de 1979.

NOTA.- Obviamente este apéndice fue sólo de interés al momento que se confeccionó la lista y por eso no se reproduce.

Apéndice 5. Algunas sugerencias para la determinación de la producción de microfitas litorales y la evaluación de su papel dinámico en la red alimentaria del litoral del Lago Titicaca.

Mi colega R.V. Kistritz, del Westwater Research Centre de la Universidad de British Columbia, quien ha trabajado intensamente en la dinámica de las macrofitas de agua dulce y salobres de B.C. (Kistritz, 1975, 1978a, 1978b) me ha ayudado y aconsejado en la preparación de estas sugerencias.

Las macrofitas acuáticas litorales juegan un importante papel en el funcionamiento del ecosistema acuático tropical (Howard-Williams y Lenton, 1975; Howard-Williams y Junk, 1977; Howard-Williams y Howard-Williams, 1978). Este papel incluye el abastecimiento de material orgánico a las redes alimentarias, muchas de las cuales se basan en detritos, así como la influencia en la regeneración y circulación de los nutrientes esenciales en el sistema. Que tales funciones son realizadas por la comunidad de macrofitas acuáticas en el Lago Titicaca puede ser asumido sin peligro. Lo que debe ser evaluado es su importancia en relación con otros modos de producción primaria y con otros procesos de circulación de nutrientes en las zonas litorales y pelagiales del lago.

Pasos esenciales en esta dirección requerirán un estimado de producción anual (sobre tierra) para las especies mayores en la zona litoral seguido más tarde si fuera posible, por medidas de las tasas de pérdida de nutrientes durante la descomposición así como también la importancia de la biomasa bajo tierra. Primero será necesario evaluar el grado de pastoreo directo en las varias especies de macrofitas. Algunas especies de Orestias aparentemente se alimentan de la vegetación acuática, y en algunas áreas el ganado pastorea intensamente en la zona litoral somera. Como probablemente los ciclos estacionales de la cosecha en pie no serán pronunciados, los métodos de poda de cosecha generalmente empleados para determinar la producción (ver p.e. Hatches y Mann, 1975; Reimold y Linthurst, 1977) tendrán que ser modificados para obtener información sobre crecimiento, edad y mortalidad de plantas y hojas individualmente marcadas (Williams y Murdoch, 1972) para obtener el tiempo de renovación. Los estimados estacionales de la biomasa deberían distinguir tan claro como sea posible los tejidos vivos de los muertos.

Las técnicas para medir las pérdidas de nutrientes de macrofitas acuáticas son tratadas por Kistritz (1975, 1978a) y Howard-Williams y Davies (1979).

REFERENCIAS

HATCHER, B. y K. MANN. 1975. Above-ground production of marsh cordgrass (Spartina alterniflora) near the northern end of its range. J. Fish. Res. Board Can. 32 : 83-87

HOWARD-WILLIAMS, C. y W. JUNK. 1977. The chemical composition of Central Amazonian aquatic macrophytes with special reference to their role in the ecosystem. Arch. Hydrobiol. 79 : 446-464

----- y W. HOWARD-WILLIAMS. 1978. Nutrient leaching from the swamp vegetation of Lake Chilwa, a shallow African lake. Aquatic Botany. 4 : 257-267

----- y B. DAVIES. 1979. The rates of dry matter and nutrient loss from decomposing Potamogeton pectinatus in a brackish south-temperate coastal lake. Freshwater Biology. 9 : 13-21

KISTRITZ, R. 1975. The fate of aquatic macrophyte production. M.Sc. Thesis, Dept. of Zool., Univ. of British Columbia, 142 p.

----- 1978a. Recycling of nutrients in an enclosed aquatic community of decomposing macrophytes (Myriophyllum spicatum). Oikos 30.

----- 1978b. An ecological evaluation of Fraser estuary tidal marshes: the role of detritus and the cycling of elements. Westwater Research Centre, Univ. Brit. Col., Tech. Rept. N° 15, 59 p

REIMOLD, R. y R. LINTHURST. 1977. Primary production of minor marsh plants in Delaware, Georgia and Maine. Dredged Material Research Program, Technical Report D-77-36, Marine Extension Service, Univ. Georgia, Brunswick, Georgia 31520, USA., 104 p.

WILLIAMS, R. y M. MURDOCH. 1972. Compartmental analysis of the production of Juncus roemerianus in a North Carolina salt marsh. Chesapeake Science. 13 : 69-79.

Apéndice 6. Sugerencia para un programa de pesca estándar con agalleras

de sardina y chinchorro de playa,

El presente programa de pesca estándar para sardina y chinchorro de playa, tiene como objetivo principal, establecer un sistema de control de la explotación pesquera, que permita mantener el recurso en niveles sostenibles, y al mismo tiempo, garantizar el bienestar económico de los pescadores.

Para ello, se sugiere la implementación de un sistema de cuotas de captura, basado en el conocimiento de la capacidad de carga del recurso. Este sistema debe ser flexible y adaptable a las variaciones en el stock de la especie.

Además, se recomienda la creación de zonas de exclusión de pesca, que permitan la recuperación de las agalleras y la protección de las crías de las especies objetivo. Estas zonas deben ser establecidas en áreas que presenten características físicas y biológicas favorables para la reproducción y el crecimiento de las especies.

El programa también debe incluir medidas de control de la pesca, como el uso de embarcaciones autorizadas, el empleo de artes de pesca selectivos, y la implementación de un sistema de monitoreo y control de la pesca. Este sistema debe ser transparente y accesible para todos los pescadores.

Finalmente, se sugiere la implementación de un programa de educación y capacitación para los pescadores, que les permita comprender la importancia de la sostenibilidad pesquera y adoptar prácticas de pesca responsable. Este programa debe ser desarrollado en colaboración con las organizaciones de pescadores y las autoridades competentes.

1. Especificaciones de las agalleras:

- series de 150 m de largo formadas por paneles de red de 25 m de mallas diferentes (1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4 pulgadas de nudo a nudo, malla estirada) con flotadores y línea de plomos.
- las series de 1, 2 y 5 m de profundidad de armado deben replicarse 4 veces y las de 10 m 12 veces (4 de ellas para que trabajen sin tocar el fondo).
- todas las redes de 2, 5 y 10 m de profundidad deben estar marcadas a intervalos de 1 m de profundidad para permitir la identificación de la profundidad de captura.
- los cabos, templadores, anclas, boyas y luces de posición necesarios para la operación estándar deben adquirirse y marcarse para cada profundidad, deben usarse exclusivamente para el programa.

2. Colocación de las redes:

- las réplicas deben colocarse siguiendo las líneas de profundidad aproximadamente paralelas a la costa a fin de pescar desde el fondo hasta la superficie a cada profundidad
- En la orilla
- 2 réplicas en la línea de 1 m de profundidad
 - 2 réplicas en la línea de 2 m
 - 2 réplicas en la línea de 3 m
 - 2 réplicas en la línea de 5 m
 - 2 réplicas en la línea de 10 m
 - 4 réplicas en la línea de 20 m, cada una de 10 m de profundidad (2 flotando, 2 fondeadas).
- en cada estación escogida debe colocarse las redes por 12 hrs (aproximadamente de 0600-1800; de 1800 a 0600 hrs) en períodos de 24 hrs, no necesariamente consecutivas pero durante la misma semana.
 - en cada estación escogida debe operarse en dos períodos cada año, uno en el verano y otro en el invierno.
 - por lo menos una de las estaciones debe localizarse en la Bahía de Puno cerca del área de pesca comercial y si fuera posible por lo menos una estación adicional en otra región con un litoral extenso.

3. Sondeo acústico asociado:

- debe hacerse un eco-sondeo a ambos lados y en el extremo alejado de la orilla en cada área inmediatamente después del calado de las redes y otro inmediatamente antes del recojo de las mismas, debe usarse papel de eco-gramas y la ganancia adecuada.

4. Especificaciones del Chinchorro:

- dos chinchorros de playa de 100 m de largo con mallas de 1/4" en la balsa central y de 1/2" en las alas; varas de expansión y cabos de jalar para los dos; debe ponérseles dispositivos contra enredo (ver R.D. Bayer. 1979. An anti-roll beach seine. Cal Fish and Game. 65 : 189-190).

5. Calas con el chinchorro:

- debe seleccionarse y prepararse especialmente (removiendo piedras, troncos, etc.) un sitio para chinchorrear cerca del área de las algalleras; tal vez se necesite bucear con SCUBA.
- debe prepararse un sitio de 250 m de largo a lo largo de la orilla y hasta una profundidad de 2 m.
- deben hacerse dos réplicas de chinchorreo en cada sitio, uno a medio día y otro a media noche; la pesca de cada réplica debe preservarse separadamente.
- debe calcularse aproximadamente el área muestreada