



PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres” (2018-2027)
“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

INFORME

ESTUDIO DE LA CONDICIÓN REPRODUCTIVA DE “TRUCHA ARCO IRIS” (*Oncorhynchus mykiss*) EN LA CUENCA DEL LAGO TITICACA

INTRODUCCIÓN

La “trucha arco iris” *Oncorhynchus mykiss* es un recurso pesquero de importancia en el Lago Titicaca, como fuente de proteína para la alimentación y como generador de empleo para la población local. Por ello, desde octubre de 2014 hasta el año 2017 el Laboratorio Continental de Puno-IMARPE, obtuvo muestras mensuales de los desembarques de la pesca artesanal para ejecutar estudios biológico pesqueros referidos a esta especie.

Una forma de proteger el stock reproductor de un recurso durante el periodo de desove, es mediante el establecimiento de un periodo de veda reproductiva. Ello, como se indica en la propuesta, debe efectivizarse periódicamente, debiendo tener en cuenta las peculiaridades del ciclo de vida de la especie.

La información registrada por el Laboratorio Continental de Puno-IMARPE en el Lago Titicaca sobre los aspectos biológico pesqueros de la “trucha arco iris”, ha permitido determinar la época de desove del recurso.

DE LOS RESULTADOS

La condición reproductiva de la “trucha arco iris” –periodo entre octubre 2014 y diciembre 2017-, se evaluó mediante el Índice Gonadosomático (IGS) y el Índice de Actividad Reproductiva (IAR).

La evolución de los promedios mensuales del IGS mostró en los años 2015 y 2016 picos máximos en **abril**, disminuyendo progresivamente en los meses posteriores. Para el año 2017 el máximo promedio se dio en junio, al que siguió una disminución hasta agosto.

A su vez, el análisis de los valores de IAR en los años 2015 y 2016 determinó picos mayores en el mes de **abril**, decreciendo rápidamente los valores en los siguientes meses hasta julio. En el 2017 el valor máximo de IAR se estableció en junio, decreciendo en los meses posteriores.

En base a la evolución de los valores promedios mensuales del IGS e IAR, se puede inferir que el periodo de mayor intensidad de desove de “trucha arco iris” para la cuenca del Lago Titicaca se da entre abril y julio.

CONCLUSIÓN

En consideración de los resultados del análisis de la progresión de la condición reproductiva del recurso “trucha arco iris” en la cuenca del Lago Titicaca, presentado por el Laboratorio Continental de Puno para el periodo 2014 – 2017, y a fin de proteger la especie “trucha arco iris” en los cuerpos de agua de la Región Puno, se estima conveniente establecer un periodo de veda reproductiva entre los meses de **abril y julio**.

Callao, mayo 2018

JWG/.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ESTUDIO DE LA CONDICIÓN REPRODUCTIVA DE "TRUCHA ARCO IRIS" (*Oncorhynchus mykiss*) EN LA CUENCA DEL LAGO TITICACA

INTRODUCCIÓN

El Lago Titicaca, importante cuerpo hídrico que se extiende entre el Perú y Bolivia (15°13'19" – 16°35'37"LS y 68°33'36" – 70°02'13" LO), con una superficie de ca. 8 400 km², un volumen de ca. 930 km³ y a una altitud de 3 809 msnm (WIRRMANN 1991), es considerado el segundo lago más grande en Sudamérica y el lago navegable más alto del mundo.

En dicho lago desde tiempos remotos se han desarrollado pesquerías artesanales, basadas en recursos ícticos nativos del género *Orestias* y *Trichomycterus*. Más recientemente en el lago Titicaca se vienen desarrollando actividades pesqueras basadas en recursos ícticos introducidos como la "trucha arco iris" (*Oncorhynchus mykiss*), salmónido originario de Norteamérica, que la piscigranja de Chucuito sembró por primera vez en 1942. Esta piscigranja introdujo además al lago otros salmónidos como la "trucha de lago" (*Salvelinus namaycush*), la "trucha marrón morena" (*Salmo trutta fario*) y la "trucha de arroyo" (*Salvelinus fontinalis*) en 1955 (MANTILLA, 2004).

Durante los años '60 en el Lago Titicaca se desarrolló una gran pesquería comercial de "trucha", que dio origen a la instalación de cinco fábricas conserveras, alcanzando una producción máxima de 500 t/año, posteriormente los volúmenes de desembarque declinaron rápidamente (~5 años) por efecto de la sobrepesca por reclutamiento, originando el cierre de las plantas conserveras (EVERETT 1973; MANTILLA 2004). La recuperación poblacional de la "trucha" apreciada en 1980 fue producto de campañas de repoblamiento en el Lago Titicaca y ríos tributarios, a cargo de la entonces Dirección Regional de Pesquería de Puno.

En 1980 se apreció una recuperación poblacional de la "trucha arco iris", producto de campañas de repoblamiento desarrolladas en el Lago Titicaca y sus ríos tributarios, a cargo de la entonces Dirección Regional de Pesquería de Puno.

En la actualidad la "trucha arco iris" es la especie de mayor producción por crianza en sistemas intensivos de cultivo (jaulas flotantes) en el Lago Titicaca, logrando colocar a la Región Puno en el año 2017 como líder a nivel nacional en producción de carne de trucha arco iris (44 098 t). Asimismo, se observa un incremento en los volúmenes de desembarque del recurso desde el año 2010, determinándose para el año 2017 un volumen de 90 t; lo que sitúa a la pesquería de trucha arco iris en proceso de recuperación.

Las zonas de desembocadura de los ríos tributarios constituyen áreas de tránsito para la migración de truchas (próximo al desove) donde son capturados por los pescadores artesanales.

El establecimiento de vedas reproductivas para una especie constituye una medida que se adopta para proteger sus stocks reproductores durante el principal periodo de desove. Para tal fin es pertinente que esta medida cumpla los requisitos de periodicidad y oportunidad. Además, debe aplicarse todos los años sin excepción, debiendo tener en cuenta las peculiaridades del ciclo de vida de cada especie y la variabilidad de la ocurrencia de sus fases según la distribución geográfica del recurso.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
 "Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

MATERIAL Y METODOS

Ámbito espacial y temporal

De octubre del 2014 a diciembre del 2017 se obtuvo muestras mensuales de los desembarques de la pesca artesanal de "trucha arco iris", en dos zonas del Lago Titicaca: a) Zona Norte, que comprende el cauce del río Ramis y la Isla Soto, y b) Zona Sur, que comprende la localidad de Pucará y el cauce del río llave) (Figura 1). Las zonas seleccionadas se caracterizan por presentar los mayores volúmenes de desembarque de "trucha arco iris" dentro de lago.

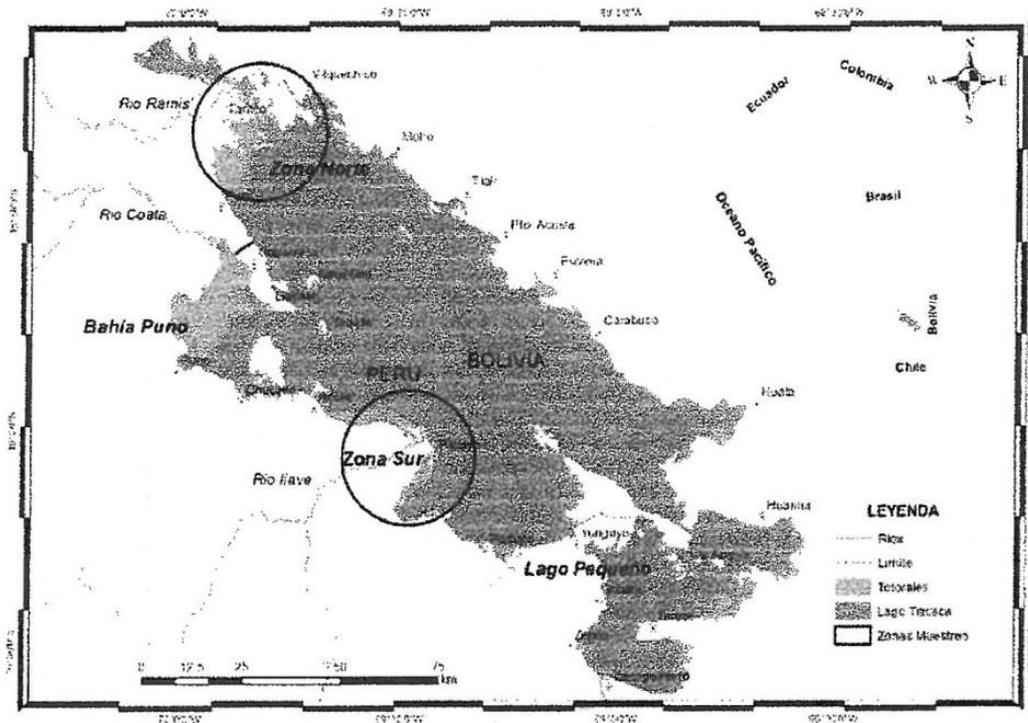


Figura 1. Ubicación geográfica de las zonas de muestreo para "trucha arco iris" en el Lago Titicaca (2014 – 2017)

Muestreo biológico de "trucha arco iris".

El análisis de las variables biológicas se ejecutó con periodicidad mensual, con especímenes procedentes de la pesca comercial.

En cada ejemplar se registró la longitud total (LT), el peso total (PT) y el peso eviscerado (PE), se determinó el sexo y se extrajo y pesó la gónada (PG). La longitud de cada ejemplar fue registrada mediante un ictiómetro graduado al cm, utilizándose para el pesaje una balanza digital de precisión al 0,01 g.

La catalogación de los estadios de madurez sexual, se realizó acorde con la escala macroscópica definida por Soto *et al.* (2002), que considera cinco estadios de madurez gonadal, para ejemplares machos y hembras, correspondientes a:



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Código (estadios)	Denominación
I	Inmaduro
II	En desarrollo
III	Madurando
IV	Maduro
V	Pospuesta (desovado)

La determinación de la madurez sexual de los peces se realizó mediante el análisis macroscópico (i.e. la observación directa) de las gónadas frescas, a excepción de los individuos provenientes de Isla Soto que fueron colectados y preservados en solución de formalina al 10%, para su posterior análisis macroscópico en laboratorio.

Análisis de la información

Proporción sexual

Se realizó el análisis de la proporción sexual del número de hembras vs. el número de machos, determinando desviaciones significativas de la razón 1:1 mediante el empleo de la prueba estadística χ^2 (Chi-cuadrado).

Condición reproductiva

El periodo de desove fue determinado mediante el análisis, sólo en ejemplares hembras, de la evolución mensual de: i) los estadios de madurez gonadal, ii) el Índice Gonadosomático (IGS) promedio y iii) el Índice de Actividad Reproductiva (IAR); a fin de establecer en qué época del año dichos índices se maximizan.

El Índice Gonadosomático (IGS) se calculó como la razón entre el peso de la gónada y el peso eviscerado de cada espécimen, utilizándose la ecuación de Buitrón *et al* 2011:

$$IGS = \frac{PG}{PE} \times 100$$

Dónde: PG = peso de las gónadas (g)
PE = peso eviscerado (g)

A su vez el Índice de Actividad Reproductiva (IAR), consideró la suma del número de ejemplares hembra en estadios III y IV de madurez gonadal vs. el número total de hembras no virginales *sensu* De Soto *et al.* (2002). De acuerdo a Buitrón *et al.* (2011), el índice se determina con la expresión:

$$IAR = [(H_{III} + H_{IV}) / H_a] * 100$$

Dónde: H_{III} = número de hembras en estadio o fase III; H_{IV} = número de hembras en estadio o fase IV; y H_a = número total de ovarios analizados, clasificables según la escala de Soto *et al.* (2002).

RESULTADOS

Proporción sexual

En base al análisis macroscópico de las gónadas de los ejemplares muestreados, se determinó la presencia predominante de hembras, que representó el 95,5% del total de ejemplares muestreados (n=2 224) en el lapso oct. 2014 – dic. 2017 (Tabla 1). En el periodo ene. 2016 – dic. 2017 las proporciones sexuales (σ : φ) se desviaron de forma



"Decenio de la igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

significativa de la razón 1:1, con valores que van de 1,0:5,6 (may. 2016) a 1,0:105,0 (oct. 2017) (Tabla 2). Los resultados muestran una notoria escasez de machos en el total de ejemplares muestreados (<4,5%), incluyendo algunos meses con ausencia de machos.

Tabla 1. Evolución de la proporción sexual de "trucha arco iris" en el Lago Titicaca (oct. 2014 – dic. 2017)

Mes/Año	Hembras ♀	Machos ♂	Total	Proporción Sexual (♂:♀)	χ ²
Oct-2014	28	2	30	1:14,0	22,5*
Nov	37	3	40	1:12,3	28,9*
Dic	29	1	30	1:29,0	26,1*
Ene -2015	33	1	34	1:33,0	30,1*
Feb	–	–	–	–	–
Mar	20	–	20	–	–
Abr	20	2	22	1:10,0	14,7*
May	20	–	20	–	–
Jun	12	2	14	1:6,0	7,1*
Jul	29	5	34	1:5,8	16,9*
Ago	56	6	62	1:9,3	40,3*
Sep	71	7	78	1:10,1	52,5*
Oct	54	9	63	1:6,0	32,1*
Nov	71	–	71	–	–
Dic	58	2	60	1:29,0	52,3*
Ene -2016	98	–	98	–	–
Feb	51	3	54	1:17,0	42,7*
Mar	78	1	79	1:78,0	75,0*
Abr	37	3	40	1:12,3	28,9*
May	39	7	46	1:5,6	22,3*
Jun	36	5	41	1:7,2	23,4*
Jul	39	1	40	1:39,0	36,1*
Ago	42	1	43	1:42,0	39,1*
Sep	46	–	46	–	–
Oct	42	–	42	–	–
Nov	40	–	40	–	–
Dic	37	1	38	1:37,0	34,1*
Ene -2017	78	–	78	–	–
Feb	88	–	88	–	–
Mar	36	6	42	1:6,0	21,4*
Abr	82	3	85	1:27,3	73,4*
May	66	2	68	1:33,0	60,2*
Jun	70	7	77	1:10,0	51,5*
Jul	90	6	96	1:15,0	73,5*
Ago	79	1	80	1:79,0	76,0*
Sep	77	–	77	–	–
Oct	105	1	106	1:105,0	102,0*
Nov	114	–	114	–	–
Dic	116	12	128	1:9,7	84,5*

El * indica diferencia significativa de la proporción sexual 1:1 ($p \leq 0,05$)

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Condición reproductiva

Madurez sexual

Se observó la predominancia de una fracción importante de hembras en **estadio I** (*inmaduras*) por debajo del 60% para el periodo de muestreo, con valores mínimos en octubre 2014, en mayo 2015 y en febrero, junio, setiembre y diciembre del 2016, y en marzo del 2017 (Figura 2).

La fracción de hembras en **estadio II** (*en desarrollo*) mostró una disminución porcentual desde octubre 2014, hasta junio del 2015, seguida de un incremento y posterior estabilización en febrero 2016, observándose a continuación una disminución hasta abril y finalmente un incremento hasta junio. En el año 2017 se determinó valores altos en marzo y septiembre y mínimos en enero y junio (Figura 2).

La fracción de hembras en **estadio III** (*madurantes*) mostró porcentajes altos entre abril y mayo del 2015 y 2016, en tanto que en el resto de meses se registró un número de individuos por debajo del 10%, y en el 2017 se registró valores máximos entre junio y julio.

Por último, la fracción de hembras en **estadio IV** (*maduras o grávidas*) registró valores altos entre **abril y mayo** en el 2015 y de **marzo a agosto** en 2016 con un pico en **mayo**, mientras que en el año 2017 se determinó valores altos de **mayo a julio** (Figura 2).

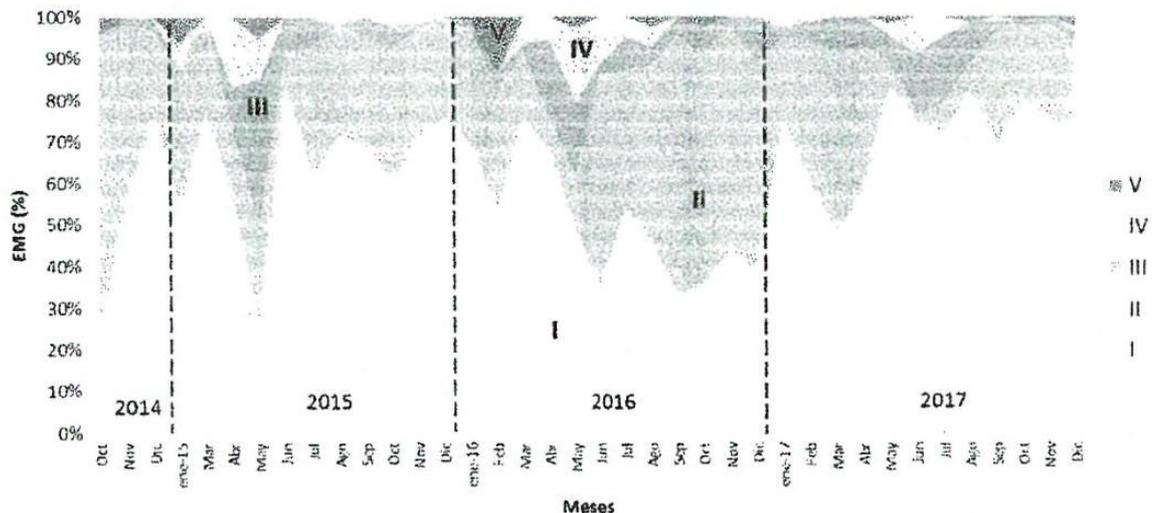


Figura 2. Evolución de la composición porcentual de los estadios de madurez gonadal (EMG) de hembras de "trucha arco iris" del Lago Titicaca según la escala de Soto et al. (2002). I: inmaduro, II: en desarrollo, III: madurante, IV: maduros o grávido y V: desovado.

Índice gonadosomático (IGS)

La evolución de los promedios mensuales de este índice mostró en el 2015 un pico máximo en abril (4,9%), disminuyendo progresivamente en los tres meses posteriores (Figura 3). En el 2016 el máximo promedio de IGS se registró en abril (4,1%) al que siguió una disminución hasta septiembre (Figura 3). Para el año 2017 el máximo promedio se dio en junio, al que siguió una disminución hasta agosto (5,6%) (Figura 3).



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

En base a la evolución de los promedios de IGS de los años 2014 al 2017, se puede inferir que el periodo de mayor intensidad de desove de "trucha arco iris" para la cuenca del Lago Titicaca se da entre abril y julio.

Evolución de IGS para "Trucha arco iris" Lago Titicaca (2014-2017)

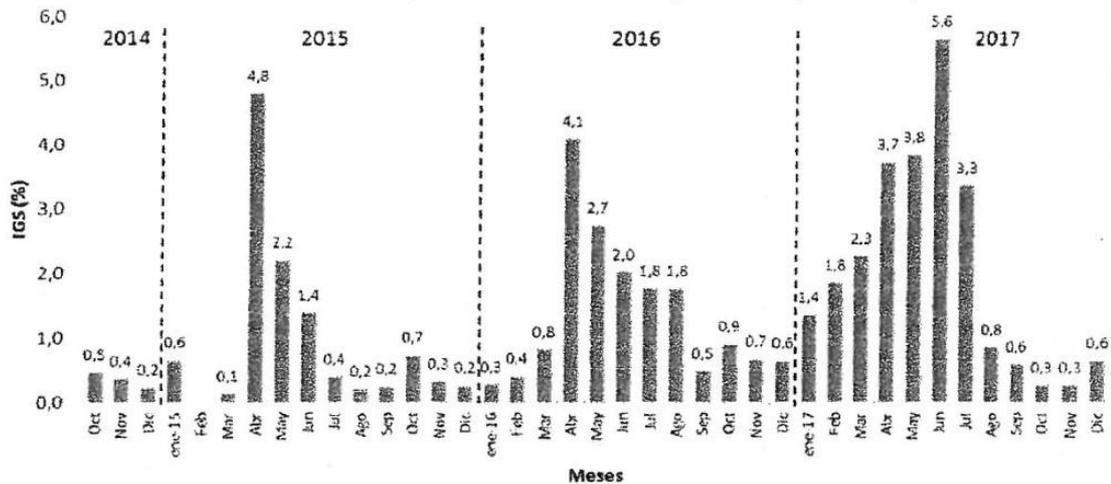


Figura 3. Evolución mensual del índice gonadosomático (IGS) promedio de hembras de "trucha arco iris" en el Lago Titicaca (octubre 2014 – diciembre 2017)

Índice de actividad reproductiva (IAR)

Del análisis de los valores de IAR en el 2015 se determinó un pico mayor en el mes de abril (45,0%), decreciendo rápidamente los valores en los siguientes meses hasta julio. En el 2016 el pico mayor de IAR se presentó en el mes de abril (35,9%) disminuyendo en los siguientes meses hasta octubre. En el 2017 el valor máximo de IAR se estableció en junio (23,5%) decreciendo en los meses posteriores (Figura 4).

Evolución del Índice de Actividad Reproductiva para "Trucha arco iris" Lago Titicaca (2014-2017)

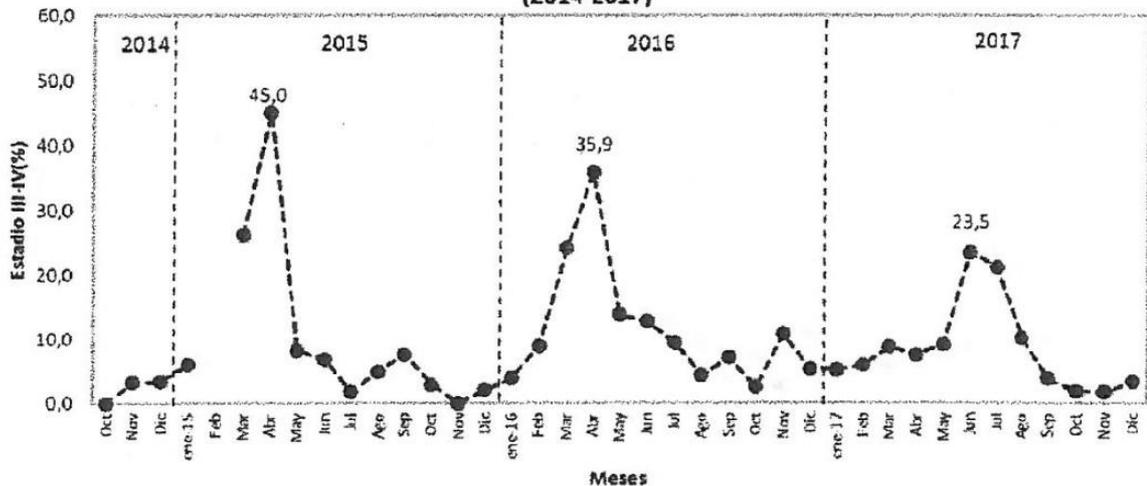


Figura 4. Evolución del Índice actividad reproductiva para hembras de "trucha arco iris" en el Lago Titicaca (octubre 2014 – diciembre 2017)

Como se aprecia en las Figuras 3 y 4, el IGS promedio e IAR en hembras de "trucha arco iris" durante el periodo 2015 - 2017 en el Lago Titicaca, presentaron tendencias similares,

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

alcanzando su mayor intensidad durante el segundo trimestre de cada año evaluado, indicando por tanto que dicho lapso es el más importante periodo de reproducción del recurso en el Lago Titicaca.

DISCUSION

En el Lago Titicaca, principalmente en la última década, es evidente el incremento de los desembarques de "trucha arco iris" que se presumen de origen silvestre; sin embargo, el progresivo aumento de los cultivos del recurso en jaulas flotantes, en los cuales son frecuentes las fugas de alevinos y juveniles por efecto de fuertes vientos y manejo deficiente de las estructuras y paños artesanales empleados en las jaulas de cultivo, plantea la hipótesis que los mencionados desembarques incluyen un significativo aporte de ejemplares escapados de los cultivos.

Dicha hipótesis se ve reforzada por los resultados de proporción sexual, que muestran la notable predominancia de hembras en los muestreos mensuales, que sería resultado del escape de ejemplares cultivados, que mayoritariamente provienen de lotes de ovas embrionadas ginogénicas (destinadas al cultivo de hembras solamente) provenientes de la empresa norteamericana Troutlodge Inc., principal proveedora de ovas embrionadas en el Perú (Com. Pers. John Dentler – Troutlodge Inc.).

Los estudios realizados por IMARPE Puno en la década de 1980 y los trabajos de EVERETT (1973) y SARMIENTO *et al.* (1987), acerca de la actividad reproductiva y del comportamiento biológico de la "trucha arco iris" durante el periodo de reproducción, indican el desarrollo de tres etapas: *primero*, la migración de los reproductores hacia los ríos tributarios, que ocurre entre enero y marzo; *segundo*, preparación de nidos y desove que se realiza en las partes media y altas de los ríos tributarios entre **mayo a setiembre**, cuando los ríos bajan hasta su nivel de estiaje y *tercero*, la migración de juveniles de los ríos al lago que ocurre entre noviembre y diciembre.

La serie de desembarques de "trucha arco iris" correspondiente a las desembocaduras de los ríos afluentes (Ilave, Ramis y Coata) entre 2009 y 2017, muestra valores máximos de desembarque entre marzo y abril, lo que respondería a un incremento de la disponibilidad de este recurso por efecto de la migración de sus reproductores desde el lago hacia las cabeceras de los ríos tributarios.

De acuerdo a los análisis de la evolución mensual del IGS promedio y del IAR, el periodo de mayor intensidad de desove de "trucha arco iris" para el Lago Titicaca se da entre abril y julio de cada año, lapso semejante a aquel determinado por IMARPE entre 1987 y 1992.

RECOMENDACIONES

- A fin de proteger la especie "trucha arco iris" en los cuerpos de agua de la Región Puno, principalmente en las desembocaduras de los ríos Ilave, Ramis y Coata, se determina conveniente establecer un periodo de veda reproductiva entre los meses de **abril a julio** de cada año; en consideración de los resultados del análisis de la progresión de la condición reproductiva del recurso para el periodo 2014 - 2017.
- Recomendar establecer la temporada de pesca del recurso "trucha arco iris" en la cuenca del Lago Titicaca en el periodo comprendido de **01 de agosto del 2018 al 31 de marzo** del siguiente año



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

- La Dirección de Seguimiento, Control y Vigilancia Pesquera de la DIREPRO Puno, debe ejecutar actividades para erradicar las capturas de "trucha arco iris" en el Lago Titicaca cercana a la desembocadura y zonas aledañas a los ríos llave (Pilcuyo), Ramis (Huanacán) y Coata (Capachica) a fin de proteger a las truchas desovantes y durante el periodo de veda que se vaya a adoptar.
- La DIREPRO Puno, debe ejecutar la difusión de las normas legales que se promulguen, así como un programa de sensibilización sobre la conservación de los recursos ícticos y el ecosistema; en procura de un efectivo cumplimiento, en coordinación con las autoridades y entidades competentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BUITRÓN B, A Perea, J Mori, J Sánchez y C Roque. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. *Informe Instituto Mar del Perú*. 38(4): 373-383.
2. DIRECCIÓN REGIONAL DE LA PRODUCCIÓN 2017. Memoria Anual 2016. 45 pp.
3. EVERETT, G. 1973. The rainbow trout *Salmo gairdneri* (Rich.) fishery of Lake Titicaca. *Journal of Fish Biology*: 5(4):429 – 440.
4. INSTITUTO DE MAR DEL PERÚ. 1987. Opinión sobre veda del recurso trucha. 5 pp.
5. INSTITUTO DE MAR DEL PERÚ. 1992. Opinión sobre veda del recurso trucha. 4 pp.
6. MANTILLA, B. 2004. Acuicultura: Cultivo de truchas en jaulas flotantes. Universidad Nacional del Altiplano. Editorial Palomino E.I.R.L. Lima, Perú. 124 pp.
7. PROYECTO ESPECIAL LAGO TITICACA. 2000. Evaluación de los Recursos Pesqueros del Lago Titicaca - Crucero BIC- PELT 9907-08. PELT-INADE. 60 pp.
8. SARMIENTO, J., L. AZABACHE, L. MARIÑO Y A. HINOJOSA. 1987. Sinopsis biológica de las principales especies ícticas del Lago Titicaca. Doc. de Pesca 007. OLDEPESCA. 173 pp.
9. SOTO, D., ARISMENDI, I., SOLAR, I., VARGAS, M., RUIZ, M., SANZANA, J., JARA, F., MORENO, C., BARRERA, V. & RIVAS, C. 2002. Estudio del ciclo reproductivo de las principales especies objetivo de la pesca deportiva en la X Región. Inf. Final Proyecto FIP 2000-24. Univ. Austral de Chile. 153 pp.
10. WIRRMANN D (1991). Capítulo II Morfología y Batimetría. In *El Lago Titicaca: Síntesis del conocimiento limnológico actual*. Dejoux & A. Iltis (Eds). OSTOM-HISBOL, La Paz, Bolivia. Pág. 584:31-38.

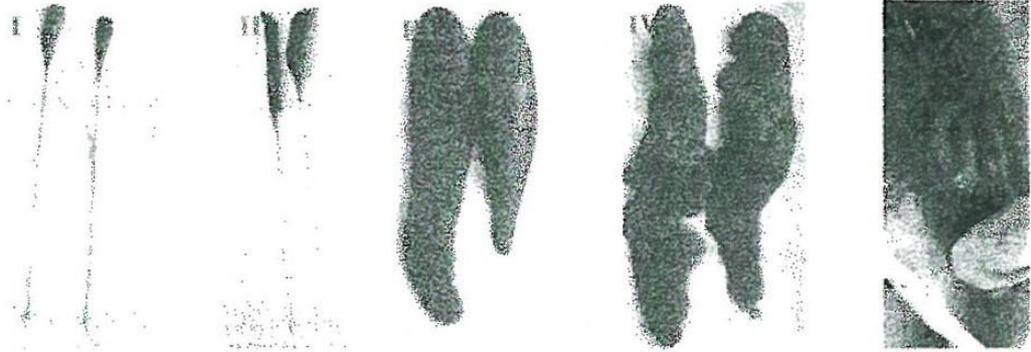
Puno, abril de 2018.

RCHC-HNL

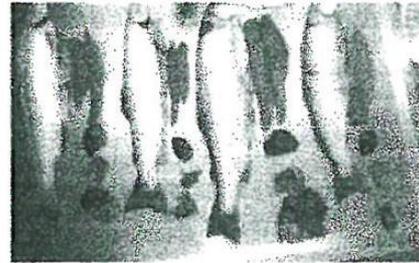


"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ANEXO

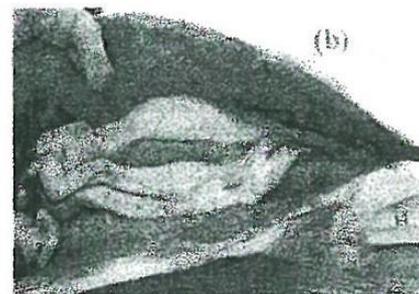
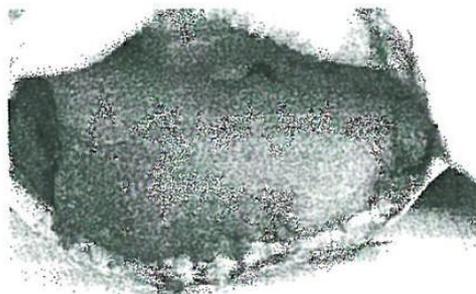


Gónadas de hembra de "trucha arco iris" *Oncorhynchus mykiss* del Lago Titicaca
Estadios de madurez gonadal: *Inmaduro* (estadio I); *en desarrollo* (estadio II);
madurando (estadio III); *maduro* (estadio IV); *pospuesta* (estadio V).



Muestreo biológico de "trucha arco iris", laboratorio húmedo.

Handwritten signature



Ejemplares adultos a: hembra en estadio IV (madura) y b: macho estadio III (en maduración)