

# Consideraciones sobre algunos aspectos del desove e incubación artificial de truchas del género *Salmo* en Chile

EDUARDO ZEISS  
SERGIO BASULTO  
VICENTE ASTUDILLO



CONTENIDO

	Págs.
1. Introducción ... ..	81
2. Material y Métodos . ... ..	82
3. Resultados y Discusión... ..	83
3.1 De la hembra , ... ..	83
3.2 De la incubación .. ... ..	89
3.3 Relaciones entre las variables consideradas en la in- cubación ... ..	94
4. Resumen y Conclusiones . ... ..	96
5. Summary and Conclusions. .. ... ..	99
6. Agradecimientos ... ..	100
7. Bibliografía ... ..	100

\*\*\*\*\*



## CONSIDERACIONES SOBRE ALGUNOS ASPECTOS DEL DESOVE E INCUBACION ARTIFICIAL DE TRUCHAS DEL GENERO SALMO EN CHILE

### 1. INTRODUCCION

Desde tiempos lejanos, el hombre ha realizado ensayos tendientes a lograr la reproducción artificial de peces de importancia económica. Uno de los grupos en donde se han obtenido indudables éxitos prácticos ha sido en el Género Salmo, que en Chile se cultiva desde casi principios de este siglo.

La reproducción artificial de estos peces, básicamente consiste en la obtención de sus gametos femeninos y masculinos, su unión o fertilización, la posterior incubación de los huevos y, finalmente, el cuidado y mantención de las crías resultantes hasta el momento en que son sembradas en ríos y lagos, o bien vendidas a personas interesadas en su cultivo en estanques.

Cada fase del manejo de las pisciculturas nacionales es controlado por medio del registro de información. Sin embargo, a pesar de lo recomendado por Miles (1959) los datos que estos registros aportan, en la actualidad, no han sido debidamente evaluados e interpretados. Como una manera de paliar esta situación, se ha decidido realizar el trabajo que a continuación se presenta, limitado en lo principal, al análisis del período de incubación y sus distintas variables, como asimismo, del tamaño de las hembras reproductoras utilizadas, y el número de huevos producido por cada una de ellas. Este trabajo, a nuestro parecer, constituye un punto de partida para una serie de descripciones, estadísticamente válidas, de aquellas variables comunes a las actividades de una piscicultura en Chile.

Con este propósito, se ha tomado como estación piscícola tipo, la piscicultura de Lautaro (Provincia de Cautín) y se han utilizado los registros pertinentes que corresponden al año 1967.

La literatura consultada está constituida fundamentalmente por trabajos extranjeros que describen experiencias sobre los efectos de la temperatura del agua en el desarrollo embrionario, el número de huevos obtenidos por hembra, el porcentaje de mortalidad, etc.

Este estudio se llevó a efecto con las dos especies que se cultivan en Lautaro que son *Salmo trutta* Linnaeus (trucha común o café) y *Salmo gairdneri* Richardson (trucha arco iris).

## 2. MATERIAL Y METODOS

El stock de reproductores utilizado, para los trabajos de la piscicultura de Lautaro durante la temporada de 1967, se obtuvo de pescas realizadas en el río Cautín en el período comprendido entre los meses de Marzo a Septiembre.

La trucha común europea se pescó entre los meses de Marzo y Julio y la arco iris entre Marzo y Septiembre. La mayor incidencia de pesca para ambas especies fue durante los meses de Abril y Mayo. Las capturas de trucha café se hicieron mínimas en el mes de Julio, para desaparecer totalmente en el mes de Agosto.

Las pescas se hicieron por medio de lances móviles operados desde botes en movimiento río abajo y con redes agalleras de 70 mm de longitud de malla (entre nudo estirada). Las pescas siempre se realizaron en el mismo sector del río.

El porcentaje de machos y hembras durante estas pescas fue similar debido al hecho de que en los trabajos de piscicultura se precisa de una cantidad inferior de machos. En el mismo lugar de pesca se liberaron los machos de tamaño inferior capturados en exceso; lo mismo se hizo con aquellas hembras de una longitud total, a simple vista, inferior a los 30 cm.

Aquellos peces considerados adecuados para ser utilizados como reproductores fueron llevados a los estanques de mantenimiento de la piscicultura, en donde fueron sometidos a periódicas revisiones, para determinar el momento preciso de su utilización.

Una vez realizada la fecundación y habiendo sido ya endurecidos los huevos por inmersión en agua, se procedió a cuantificar el número de huevos obtenidos por hembra, utilizando un matraz graduado de 100 centímetros cúbicos. Previamente se había determinado el número de huevos que contenía cada centímetro cúbico.

Para su adecuada incubación, los huevos fueron colocados en bandejas de 45 x 45 cm. con un fondo de malla de alambre de 12 cm. En cada unidad se colocaron huevos en una cantidad que fluctuó entre 3000 y 10.000.

Las bandejas, a su vez, se instalaron con bateas de alevinaje en series de 5 unidades.

El gasto de agua por cada batea de alevinaje fue de aproximadamente 70 litros por minuto.

Durante todo el período en que se desarrolló la incubación de los huevos, cada bandeja fue diariamente revisada para eliminar los huevos infértiles y muertos. La extracción de huevos se realizó por medio de un succionador especialmente diseñado para tal objeto. A lo largo de todo este período, asimismo, se controló diariamente, a tres horas distintas (8, 12 y 16 horas), la temperatura del agua de entrada en la sala de incubación.

Los procedimientos estadísticos que se usaron corresponden, dado el carácter de esta publicación, a técnicas corrientes de elaboración y descripción de los datos.

- 2.1 **Elaboración.** En el caso de las series univariadas mediante cuadros se presentan las distribuciones de frecuencias correspondientes a los distintos caracteres estudiados. En las series bivariadas, los diagramas de dispersión respectivos aparecen representados gráficamente.
- 2.2 **Descripción.** El resumen de las series univariadas, se expresa a través de medidas de posición (media aritmética) y medidas de dispersión (desviación típica y coeficiente de variación). En las series bivariadas la descripción de la forma de relación entre dos variables se expresa mediante una ecuación lineal simple y el grado de relación a través del coeficiente de correlación rectilíneo (Dixon y Massey, 1966).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 De la hembra

- 3.1.1 **Longitud del cuerpo de la hembra.** El primer antecedente a considerar en este estudio es el hecho de que el número de ejemplares recolectados para la especie trucha arco iris (1853) es manifiestamente mayor que el correspondiente a trucha común europea (133), situación que puede influir en alguno de los resultados que se muestran en el curso de esta nota. La diferencia señalada, corresponde a un hecho real existente en el lugar de muestreo y no a una determinación "a priori". En otras palabras, la diferencia en el número de ejemplares de ambas especies, nos estaría indicando que, por lo menos en la época en que se desarrolló la actividad de pesca, existiría una abundancia relativa mayor de la especie arco-iris.

Si juzgamos la forma de las distribuciones de frecuencias para este carácter, en ambas especies (Cuadro Nº 1), tenemos que en arco iris se presenta una distribución marcadamente asimétrica, hacia los valores inferiores. Llama la atención el hecho de que la distribución, de la variable longitud, aparezca truncada en sus límites inferiores, ya que es difícil concebir, en una población natural que su distribución de tamaños comience sólo a partir de los 30 cm., como ocurre en este caso. En esta especie, algo más de 60% de la distribución de frecuencias corresponde a las dos primeras clases, es decir, entre 30 y 34 cm. de largo. La explicación hay que buscarla en la estricta acción

selectiva que realiza el arte de pesca utilizado y en el hecho de que por costumbre se eliminan los ejemplares menores de 30 cm.

En la trucha común europea, la forma de distribución de frecuencias es bastante diferente. No posee el grado de asimetría de la anterior, aunque tampoco es simétrica y por tanto la clase modal no está en el extremo de la distribución, sino que más al centro (36-38 cm). Casi el 50% de la distribución de frecuencias se encuentra entre las clases 34 y 40 cm., de longitud. Sólo el 10% de las hembras tienen tamaños comprendidos entre 30 y 34 cm. en trucha común europea.

En cuanto a los valores característicos que definen estas distribuciones de frecuencias (Cuadro Nº 2) tenemos que la longitud promedio de las hembras en trucha común europea (39 cm) es, a la observación, aproximadamente 5 cm., mayor que la longitud de las hembras arco iris

CUADRO Nº 1

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS. TAMAÑO DE LAS HEMBRAS (Cm.)  
TRUCHAS. LAUTARO 1967.

Tamaño de las hembras (cm.)	<i>Salmo gairdneri</i>		<i>Salmo trutta</i>	
	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
30 - 32	765	0.412	6	0.045
32 - 34	415	0.223	8	0.060
34 - 36	312	0.168	21	0.157
36 - 38	149	0.080	26	0.195
38 - 40	96	0.051	17	0.127
40 - 42	55	0.029	24	0.180
42 - 44	30	0.016	9	0.067
44 - 46	23	0.012	9	0.067
46 - 48	3	0.002	4	0.030
48 - 50	2	0.001	2	0.015
50 - 52	3	0.002	7	0.052
	1853	0.996	133	1.000

(33,76 cm.). En lo relativo a la variación que presenta el carácter señalado, es mayor en trucha común europea (12,3%) que en arco iris (9,9%), a la simple observación. Esta situación se explica debido a que la distribución de frecuencias de arco iris prácticamente abarca sólo tres clases, entre 30 y 36 cm. intervalo en el cual aparece el 80% de los tamaños de las hembras de esta especie; tomando en cuenta que la media aritmética es 33,76, prácticamente equivale al valor central del pequeño intervalo recién señalado. Esto demuestra que los tamaños

sobre 36 cm. tienen escasa significación en esta distribución. No ocurre lo mismo en la distribución de frecuencias de trucha común europea, en la cual juegan un rol importante un mayor número de clases, lo que hace aparecer a la distribución más extendida y por ende más variable.

CUADRO Nº 2

MEDIDAS DE POSICION Y DISPERSION. TAMAÑO DE LAS HEMBRAS. (Cm.) TRUCHAS. LAUTARO 1967				
Especie	Nº de observaciones	Media aritmética	Desviación típica	Coficiente de variación
<i>Salmo gairdneri</i>	1853	33.76	3.36	9.9%
<i>Salmo trutta</i>	133	39.00	4.80	12.3%

### 3.1.2 Número de huevos por hembra.

Debemos tomar en cuenta, nuevamente, el hecho que el número de individuos recolectados de la especie arco-iris es manifiestamente mayor que el correspondiente a trucha común europea. Esta circunstancia puede estar influyendo en lo que respecta a la manifestación de este carácter, por lo menos en trucha común europea. Si comparamos, a la mera observación, las dos distribuciones de frecuencia (cuadro Nº 3) apreciamos que la distribución correspondiente a arco iris aparece más proyectada hacia los valores inferiores, que la correspondiente a trucha común europea. En la primera, las clases comienzan a partir de 450 huevos y alcanza hasta 3.050 huevos por hembra. En trucha común europea, las clases comienzan en 650 huevos y terminan en 3.650.

También en este carácter, número de huevos por hembra, la distribución de frecuencias de arco iris presenta una forma asimétrica como en el caso de longitud. La clase modal, es la segunda, de menor a mayor entre 650 y 850 huevos por hembra. Alrededor del 80% de las hembras aparecen con un número de huevos entre 450 y 1.250. En cambio la forma de distribución de frecuencias en trucha común europea es bastante más simétrica. La clase modal corresponde a 1.250 - 1.450 huevos por hembra y constituye la cuarta clase de menor a mayor. Al igual que en el carácter tamaño de la hembra, trucha común europea presenta un mayor número de clases que inciden significativamente en la distribución de frecuencias correspondiente.

En lo referente a las medidas que caracterizan estas distribuciones (cuadro Nº 4), se puede apreciar, a la observación, que el promedio de número de huevos por hembra en trucha común europea (1.848) es manifiestamente mayor que en arco iris (1.016), situación que no deja de ser llamativa. Estos resultados estarían de acuerdo con aquellos obtenidos en experiencias efectuadas en truchas criadas en pisciculturas de EE.UU.

CUADRO Nº 3

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS. NUMERO DE HUEVOS POR HEMBRAS TRUCHAS. LAUTARO 1967				
Nº de huevos por hembra	<i>Salmo gairdneri</i>		<i>Salmo trutta</i>	
	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
450- 650	133	0.072	---	---
650- 850	614	0.332	3	0.023
850-1050	406	0.219	7	0.055
1050-1250	337	0.182	16	0.126
1250-1450	167	0.090	20	0.158
1450-1650	83	0.045	3	0.023
1650-1850	45	0.024	14	0.111
1850-2050	29	0.016	17	0.134
2050-2250	20	0.011	15	0.119
2250-2450	6	0.003	8	0.063
2450-2650	4	0.002	11	0.087
2650-2850	1	0.001	2	0.015
2850-3050	5	0.002	4	0.031
3050-3250			3	0.023
3250-3450			1	0.007
3450-3650			2	0.015
TOTAL	1.850	1.000	126	1.000

CUADRO Nº 4

MEDIDAS DE POSICION Y DISPERSION NUMERO DE HUEVOS POR HEMBRA TRUCHAS. LAUTARO 1967				
Especies	Nº de observaciones	Media aritmética	Desviación típica	Coefficiente de variación
<i>Salmo gairdneri</i>	1.850	1.016	360	35,4%
<i>Salmo trutta</i>	126	1.844	640	34,6%

Según las cifras del cuadro que a continuación se entrega, las hembras de trucha café tendrían un mayor número de huevos por libra de peso (453,5g.) (Buss K. y R. McCreary 1960).

	Truchas de 2 años		Truchas de 3 años	
	Arco iris	Café	Arco iris	Café
Promedio de huevos por libra de peso.	934	1.669	728	1.536

En cuanto a la variación de las distribuciones, la correspondiente a trucha común europea es levemente menor (34,6%) de la arco iris (35,4%).

### 3.1.3 Relación entre longitud del cuerpo y número de huevos por hembra.

Si observamos los diagramas de dispersión correspondientes a ambas especies, (Fig. 1 y 2) podemos apreciar algunos hechos interesantes. A primera vista parecería que la especie arco iris presenta, a lo menos, una dispersión semejante a la que ocurre en trucha común europea. Sin embargo, es conveniente tomar en cuenta el hecho que en arco iris aparece una gran cantidad de puntos superpuestos, e incluso algunos verdaderos conglomerados de observaciones bivariadas. Esto, unido al hecho que el número total de observaciones es muy alto, hace que aquellos puntos que se encuentran alejados tengan una ponderación escasa en la variación que presenta arco iris. En cambio, en trucha común europea, por tratarse de un número bastante menor de observaciones (menos del 10% en relación a arco iris), el peso de cada observación es mucho mayor.

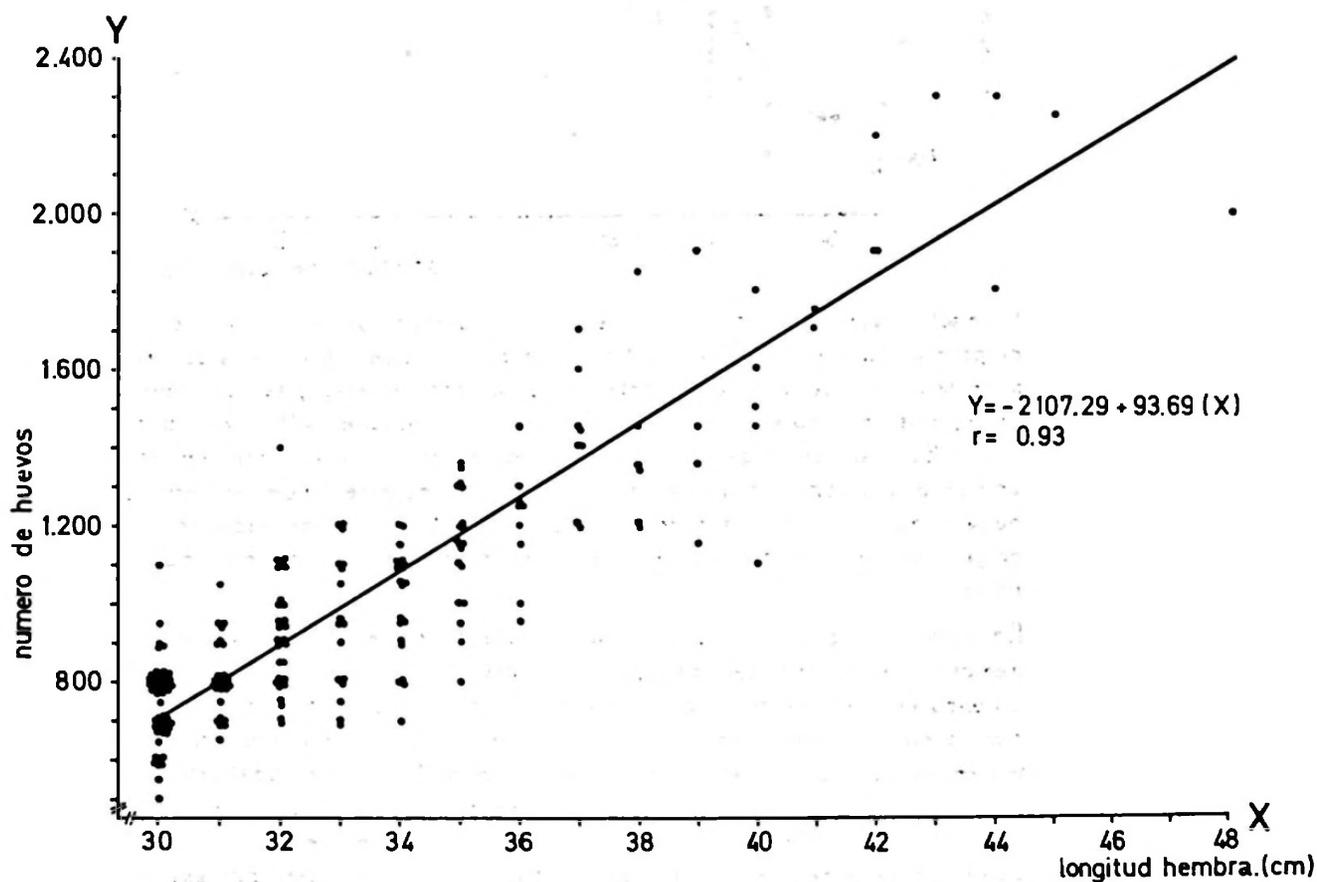
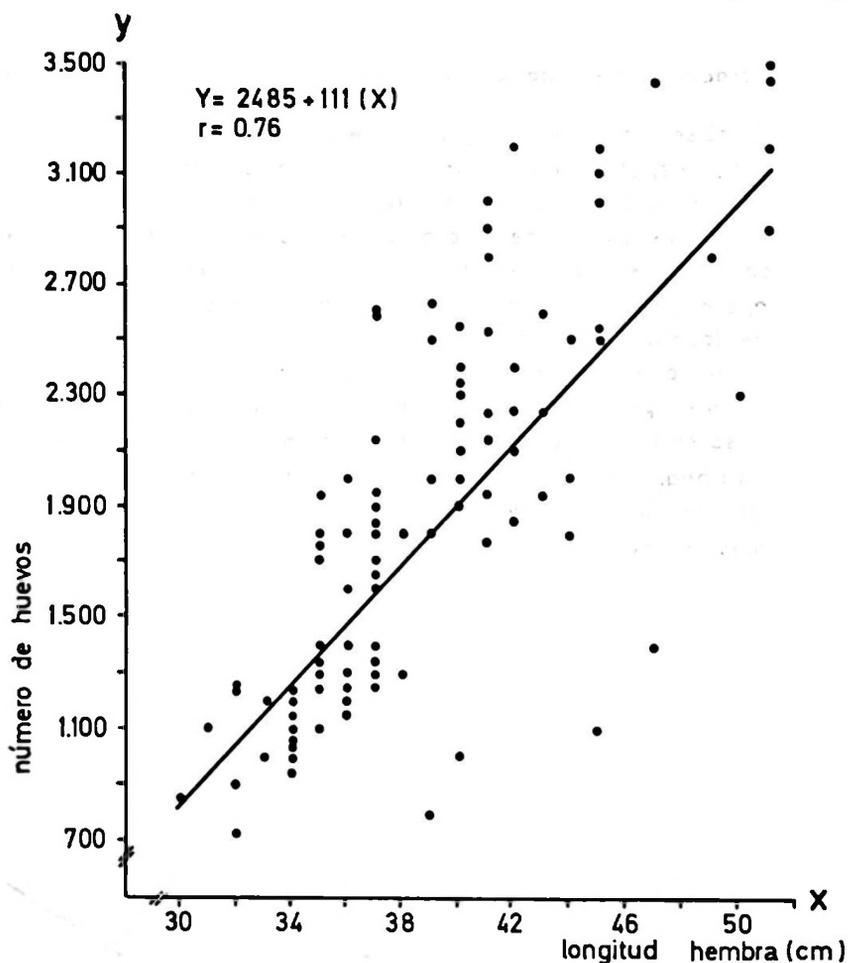


Fig. 1.- Diagrama de dispersión correspondiente a *Salmo gairdneri*. Relación entre longitud del cuerpo (cm) y número de huevos por hembra.



Si analizamos la forma de la relación sugerida por el diagrama de dispersión, que es de tipo rectilíneo, se aprecia que los valores correspondientes al coeficiente de regresión en ambas especies, son bastante semejantes a simple vista (111 en trucha común europea y 93,7 en arco iris). Esto significa que en las dos especies de truchas, al aumentar en una unidad la longitud, por ejemplo un cm., el incremento del número de huevos es más o menos parecido. Con el valor de la ordenada en el origen, ocurre un hecho similar (-2458 en trucha común europea y -2107 en arco iris).

En cuanto al grado de la relación existente entre la longitud de la hembra y el número de huevos, este aparece reflejado en el valor que alcanza el coeficiente de correlación ( $r$ ). En el caso de arco iris, a la simple observación, se puede apreciar una dispersión menor de los puntos en relación a la línea de regresión, alcanzando un valor bastante alto (0,93). Esto se debe a que grandes conglomerados de observaciones bivariadas aparecen prácticamente junto a la línea de regresión hacia la región de origen de ambos ejes. En trucha común europea, por existir una mayor dispersión de los puntos alrededor de la línea de regresión, el valor que alcanza el coeficiente de correlación es menor (0,76), a la simple observación.

### 3.2 De la incubación

#### 3.2.1 Porcentaje de eclosión.

Las distribuciones de frecuencias correspondientes a las especies arco iris y trucha común europea (cuadro Nº 5), en cuanto a la forma, son bastante diferentes. En arco iris se trata de una distribución cuya

CUADRO Nº 5

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS. PORCENTAJE DE ECLOSION TRUCHAS. LAUTARO 1967				
Porcentaje de eclosión	<i>Salmo gairdneri</i>		<i>Salmo trutta</i>	
	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
64.0	16	0.105	---	---
64.0-68.0	3	0.019	---	---
68.0-72.0	9	0.059	---	---
72.0-76.0	7	0.046	---	---
76.0-80.0	17	0.112	---	---
80.0-84.0	27	0.178	---	---
84.0-88.0	24	0.158	2	0.074
88.0-92.0	28	0.185	4	0.148
92.0-96.0	16	0.105	8	0.296
96.0-100.0	4	0.026	13	0.481
	151	1.000	27	1.000

amplitud es mucho mayor que la de trucha común europea. Sus valores más pequeños son inferiores al 64% de eclosión, existiendo algo más de un 10% de éstos, como se puede apreciar en la tabla correspondiente. La forma de la distribución presenta un cierto grado de simetría, si exceptuamos el primer intervalo, que resulta un tanto artificial. La clase modal (88% - 92% está desplazada un tanto hacia los valores superiores de la distribución (18,5% de las observaciones), siguiéndole la clase 80% - 84% con un 17,8 de las observaciones.

En trucha común europea, la forma de la distribución es marcadamente asimétrica, a la observación, ya que casi la mitad de las observaciones aparecen en el último intervalo: 96% - 100%, el cual tiene 48,1% de ellas. El siguiente intervalo hacia la izquierda, 92% - 96%, posee poco menos de un tercio de las observaciones, teniendo esta distribución el límite inferior en el valor 84%.

El valor más probable, en la distribución del porcentaje de eclosión (Cuadro Nº 6) en trucha común europea (94,83%) es, a la simple observación, un tanto mayor que el correspondiente a arco iris (80,07%), lo que estaría indicando que en la primera especie de truchas se produce una eclosión mayor que la que ocurre en arco iris. Estas cifras están de acuerdo con aquellas que entrega Huet (1960) para una explotación rentable; para trucha común europea dice que son normales porcentajes de eclosión entre un 93 y 95% y para trucha arco iris entre un 80 a 90%.

CUADRO Nº 6  
MEDIDAS DE POSICION Y DISPERSION  
PORCENTAJE DE ECLOSION. TRUCHAS. LAUTARO 1967

Especie	Nº de observaciones	Media aritmética	Desviación típica	Coefficiente variación
<i>Salmo gairdneri</i>	151	80,07	14,17	17,7%
<i>Salmo trutta</i>	27	94,83	3,3	3,5%

Este hecho deberá ser evidenciado adecuadamente, en futuros estudios planificados en forma rigurosa.

La variación presente, en ambas especies, para este carácter, a la observación, aparece como marcadamente distinta. En trucha común europea es de un 3,5% y en arco iris de un 17,7%. Desde luego que aparece lógico que se presenten estos valores, después de conocer la forma de las distribuciones de frecuencias, correspondientes a ambas especies. Sin embargo, pudiera ser que el resultado de trucha común europea estuviese influido por factores ajenos al campo del fenómeno estudiado. De no ser así, es indudable que trucha común europea tendría una eclosión más eficiente, puesto que su promedio sería mejor que el correspondiente a arco iris, además que tendría una variación menor.

### 3.2.2 Período de incubación.

Es necesario, en primer lugar, definir que se entiende por período de incubación. Lagler (1962) lo describe como aquel lapso de tiempo que se extiende desde el momento en que el óvulo es fecundado hasta la eclosión de no menos del 50% de los huevos.

En el presente trabajo, este período se extendió hasta la eclosión del último huevo de cada bandeja de incubación.

La forma de las distribuciones de frecuencias, para la duración del período de incubación en días (Cuadro Nº 7), es extremadamente diferente en las dos especies de truchas estudiadas. El período correspondiente

a arco iris se extiende entre 20 y algo más de 50 días de duración y en comparación con el correspondiente a trucha común europea es menos extenso. Esta última concentra sus valores en las clases del extremo con valores más altos, ya que un 89% de la distribución está sobre 50 días de incubación.

CUADRO Nº 7

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS. DIAS DE INCUBACION TRUCHAS. LAUTARO 1967				
Días de incubación	<i>Salmo gairdneri</i>		<i>Salmo trutta</i>	
	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
20 - 23	6	0.039	---	---
23 - 26	14	0.092	---	---
26 - 29	15	0.099	---	---
29 - 32	39	0.258	---	---
32 - 35	38	0.251	---	---
35 - 38	11	0.072	---	---
38 - 41	8	0.052	---	---
41 - 44	5	0.033	2	0.074
44 - 47	11	0.072	---	---
47 - 50	3	0.019	1	0.037
50	1	0.006	24	0.889
	151	0.993	27	1.000

En arco iris, la distribución es mucho más simétrica; siendo las clases modales 29 - 32 y 32 - 35 días de incubación, con un 25,8% y un 25,1% de las observaciones, respectivamente. La distribución de trucha común europea no cuenta con observaciones bajo 41 días de duración de la incubación.

Los comentarios anteriores permiten sospechar del valor de las medidas de posición y de variación que describen ambas distribuciones de frecuencias (Cuadro Nº 8). La media aritmética, para esta variable en arco-iris (32,57 días) es aproximadamente igual a la mitad del valor correspondiente a trucha común europea (63,59 días). Esto indica que si bien es cierto que en arco iris se produce un menor porcentaje de eclosión, a su vez, el período de duración de la incubación corresponde a la mitad de trucha común europea.

CUADRO Nº 8

MEDIDAS DE POSICION Y DISPERSION. DIAS DE INCUBACION TRUCHAS. LAUTARO 1967				
Especie	Nº de observaciones	Media aritmética	Desviación típica	Coficiente variación
<i>Salmo gairdneri</i>	151	32,57	7,84	24,1%
<i>Salmo trutta</i>	27	63,59	11,6	18,24%

Es interesante señalar algunas experiencias efectuadas con estas especies en que se mantuvieron a iguales temperaturas durante el período de incubación (6,1º C.). La trucha común europea necesitó 88 días y la trucha arco iris 61 días (Lagler 1962). Esto estaría demostrando que bajo cualquier circunstancia, en condiciones iguales para ambas, arco iris tendría un período de incubación más corto. Al igual que lo indicado en los comentarios de las variables anteriores, es conveniente tener en cuenta una serie de restricciones que provienen de las características de este tipo de estudio, desarrollados rutinariamente en las pisciculturas.

La variación presente en ambas distribuciones de frecuencias es, a la observación, también diferente. Es menor la que corresponde a la especie trucha común europea (18,24%). En arco iris el coeficiente de variación alcanza a 24,1%. Al respecto, es conveniente tener en cuenta que en esta trucha común europea, casi el 90% de las observaciones está sobre 50 días, y aunque no todas tienen el mismo valor, están concentradas en un espacio numérico pequeño lo que hace que la variación del carácter aparezca disminuido, en relación a arco iris.

### 3.2.3 Temperatura del agua.

En este caso ocurre lo contrario que en la variable días de incubación, en lo referente a la forma de distribución de frecuencias (Cuadro Nº 9).

Para la especie trucha común europea, la distribución de frecuencias se concentra entre valores menores que 7º C. y 9,5º C., siendo la clase modal 7.0 - 7.5º C. con un 70,3% de las observaciones.

CUADRO Nº 9

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS. TEMPERATURA DEL AGUA  
TRUCHAS. LAUTARO 1967

Temperatura diaria del agua	<i>Salmo gairdneri</i>		<i>Salmo trutta</i>	
	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
- 7.0	--	--	3	0.111
7.0 - 7.5	5	0.033	19	0.703
7.5 - 8.0	6	0.039	2	0.074
8.0 - 8.5	12	0.079	1	0.037
8.5 - 9.0	15	0.099	1	0.037
9.0 - 9.5	1	0.006	1	0.037
9.5 - 10.0	11	0.072	--	--
10.0 - 10.5	42	0.278	--	--
10.5 - 11.0	16	0.105	--	--
11.0 - 11.5	15	0.099	--	--
11.5 - 12.0	13	0.086	--	--
12.0 - 12.5	9	0.059	--	--
12.5 - 13.0	5	0.033	--	--
13	1	0.006	--	--
	151	0.994	27	1.000

Bajo 7,0° C. hay algo más de un 10% de las observaciones. La distribución de frecuencias de arco-iris, es mucho más simétrica.

Las clases modales son 10,0 - 10,5° C. y 10,5 - 11,0° C. con 27,8% y 10,5% de las observaciones, respectivamente. La amplitud de la distribución es mucho mayor que la de trucha común europea y alcanza desde 7,0° C. a algo más de 13° C.

La explicación por la cual la distribución de frecuencias de trucha común europea se concentra en los valores inferiores para el carácter temperatura del agua y en cambio se concentra en los valores superiores en días de duración de la incubación, radica en que se trata de hechos perfectamente ligados. La duración de la incubación en trucha común europea es mucho mayor que en arco iris, debido, precisamente a que la temperatura promedio del agua, en que se incuban los huevos, es más baja, como se aprecia en el valor de la media aritmética (7,34° C.) en relación a la correspondiente a arco iris (10,22° C.), (Cuadro Nº 10). La época del año en la cual se incuban los huevos de trucha común europea posee una temperatura promedio menor, lo que permite que se alargue la duración de la incubación. Las diferencias en las distribuciones de temperaturas estarían dadas, fundamentalmente, por el hecho de ser especies adaptadas a diferentes épocas del año

para efectuar su desove. La trucha común europea tendría una época de desove a fines de otoño y principios de invierno, en cambio la trucha arco iris a fines de invierno y primavera (Leitritz E. 1959). La variación para el carácter temperatura del agua es más bajo en trucha común europea (7,7%), a la simple observación.

CUADRO Nº 10

MEDIDAS DE POSICION Y DISPERSION. TEMPERATURA DEL AGUA TRUCHAS. LAUTARO 1967				
Especies	Nº de observaciones	Media aritmética	Desviación típica	Coefficiente de variación
<i>Salmo gairdneri</i>	151	10,22	1,40	13,7%
<i>Salmo trutta</i>	27	7,34	0,57	7,7%

### 3.3 Relaciones entre las variables consideradas en la incubación.

La atención principal dentro de estas relaciones debe ser puesta sobre aquellas que asocian un carácter de tipo biótico como la eclosión y la mortalidad, expresadas ambas en porcentajes, así como también la duración de la incubación (días) con factores de tipo abiótico como la temperatura (promedio) diaria del agua (°C).

La forma y grado de relación más estrecha, a la observación, es la correspondiente a las variables duración de la incubación y temperatura del agua (Fig. 3 y 4), hecho que se manifiesta en las dos especies de truchas. El valor del coeficiente de correlación en trucha común europea alcanza a  $-0,76$  y en arco iris a  $-0,58$ . El signo que precede a ambos valores, nos indica que se trata de una relación de sentido inverso o negativo. Esto significa que al aumentar la temperatura promedio del agua, factor ambiental, y por ello considerado como variable independiente, se produce una disminución de la duración del período de incubación. Es decir, dicho período se acorta al aumentar la temperatura del agua. Los valores que alcanza la ecuación de la recta que representa la función descrita, o sea la duración de la incubación en función de la temperatura del agua, se puede apreciar en los gráficos respectivos.

En cuanto al porcentaje de mortalidad (Fig. 5 y 6) se puede apreciar una conducta bastante distinta, a la observación, en las dos especies de truchas. En arco iris, los gráficos respectivos indican un cierto grado de relación entre el porcentaje de mortalidad y la duración de la incubación (Fig. 5) como también con la temperatura del agua (Fig. 7).

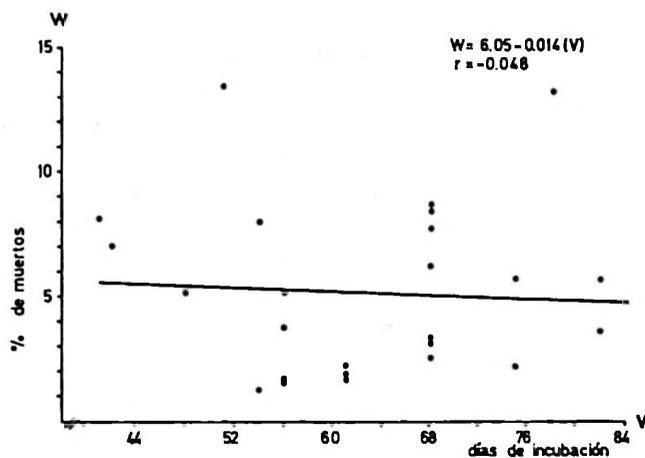
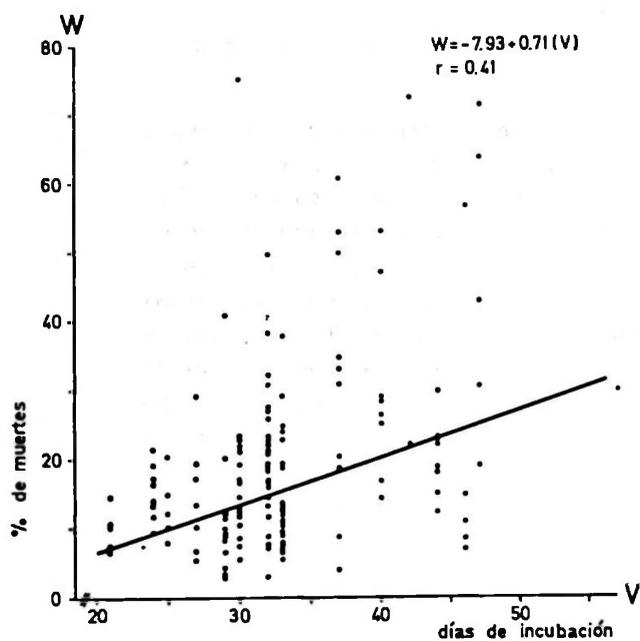
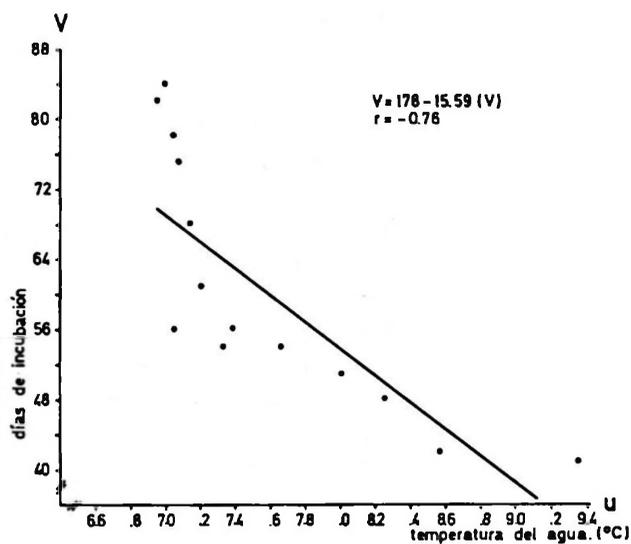
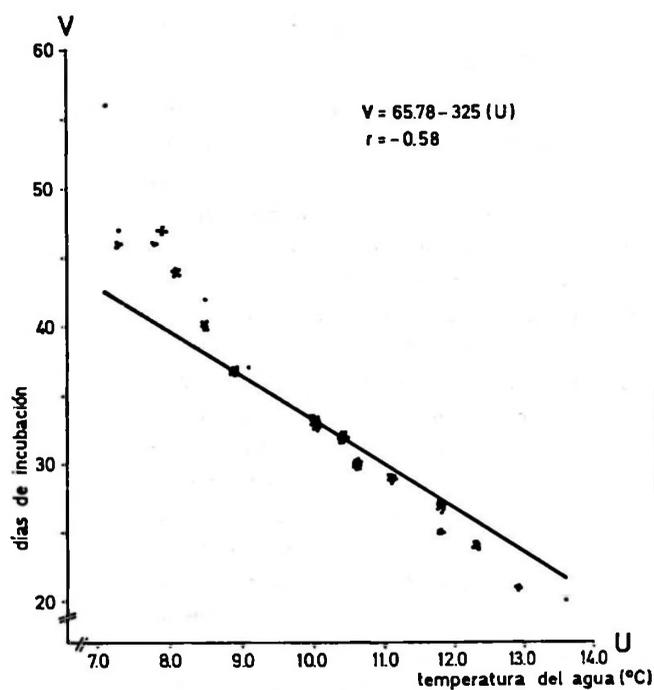


Fig. 3.- Diagrama de dispersión correspondiente a *Salmo gairdneri*. Relación entre la duración del período de incubación (días) y temperatura del agua (°C).

Fig. 4.- Diagrama de dispersión correspondiente a *Salmo trutta*. Relación entre la duración del período de incubación (días) y temperatura del agua (°C).

Fig. 5.- Diagrama de dispersión correspondiente a *Salmo gairdneri*. Relación entre el porcentaje de mortalidad y la duración del período de incubación (días).

Fig. 6.- Diagrama de dispersión correspondiente a *Salmo trutta*. Relación entre el porcentaje de mortalidad y la duración del período de incubación (días).

En la Figura N° 5 se aprecia que al aumentar la duración de la incubación se produce un aumento del porcentaje de mortalidad. Esto significa que las más bajas mortalidades se producen en períodos más breves de incubación, situación, que a no dudar, se debe al efecto indirecto de la temperatura que analizaremos a continuación. Como los períodos de duración de la incubación se acortan al aumentar la temperatura del agua, en los períodos de incubación cortos se producen los porcentajes de eclosión más elevados. Este hecho se pone de manifiesto en el grado y sentido de la relación existente entre la temperatura del agua y el porcentaje de mortalidad. Se observa en la figura N° 7, que hay un cierto grado de relación directa entre estas dos variables, por lo menos a simple vista. En este caso, al aumentar la temperatura se produce una disminución del porcentaje de mortalidad; se trata de una relación negativa. Estos comentarios dan cuenta de la situación de arco iris, sin embargo, en trucha común europea ocurre algo diferente. En la Figura N° 6 nos señala una clara independencia entre la duración de la incubación y el porcentaje de mortalidad, hecho que no deja de llamar la atención. Pero la situación se hace totalmente opuesta a la de arco iris en la relación entre mortalidad y temperatura del agua (Fig. 8) ya que en el caso de trucha común europea, el bajo número de observaciones, además de otras circunstancias, pueden estar condicionado un tipo de resultados que no corresponda a la realidad.

En todo caso, es conveniente señalar que las temperaturas del agua (Fig. 9) durante el período de incubación de trucha común europea son mucho más uniformes (julio a septiembre), no estando sujetas a las fuertes fluctuaciones que caracterizan la curva de temperatura en el período de incubación de arco iris (agosto a diciembre), lo que determinaría que en el caso de producirse aumentos bruscos de temperatura los porcentajes de mortalidad aumenten ostensiblemente. Los huevos de trucha arco iris adaptados a una época con grandes aumentos de la temperatura no sufren ningún efecto negativo, por el contrario, al acortarse el período de incubación bajan las posibilidades de ser afectados por factores que disminuyan el porcentaje de eclosión.

#### 4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se estudiaron, comparativamente, las dos especies que se cultivan en la Piscicultura de Lautaro, provincia de Cautín, (Chile), que son *Salmo trutta* Linnoeus y *Salmo gairdneri* Richardson; en cuanto a sus características de longitud total y número de huevos por hembra. Posteriormente, se analizaron y compararon los resultados obtenidos durante el período de incubación en cuanto a porcentaje de eclosión, días de incubación y temperatura promedio del agua, estableciéndose relaciones entre variables de tipo biótico con aquellas de carácter abiótico.

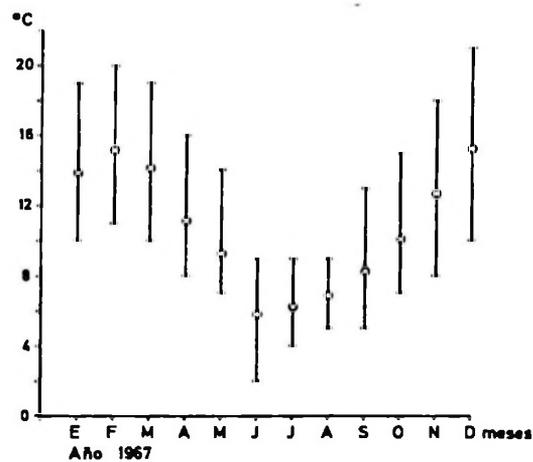
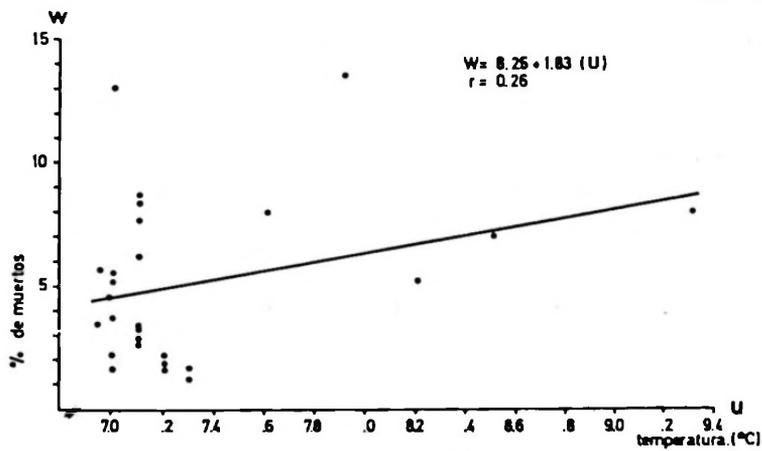
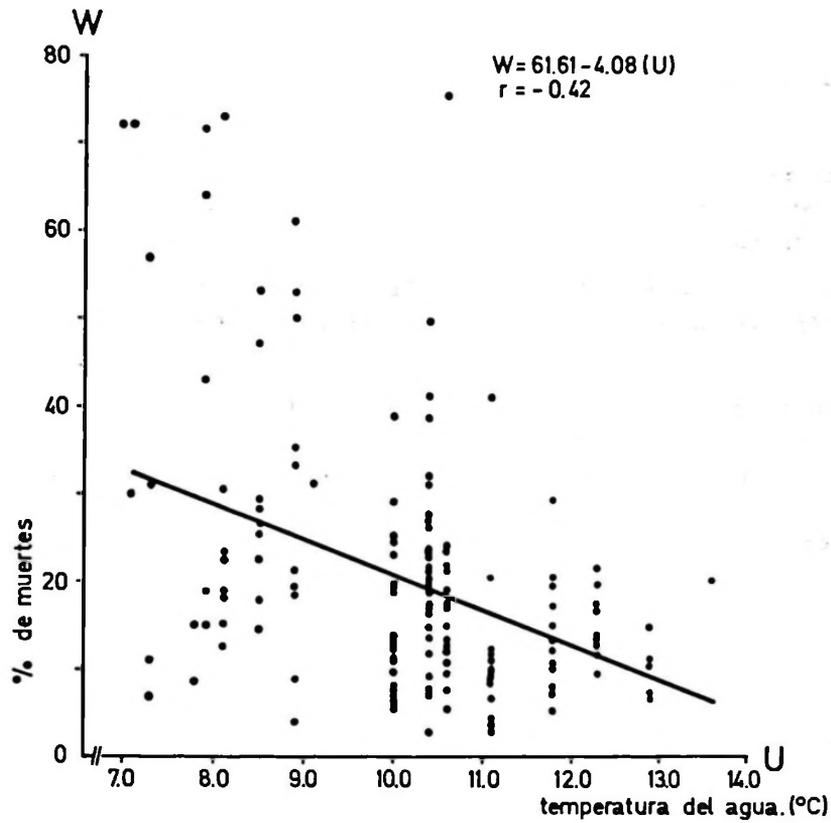


Fig. 7.- Diagrama de dispersión correspondiente a *Salmo gairdneri*. Relación entre el porcentaje de mortalidad y la temperatura del agua (°C).

Fig. 8.- Diagrama de dispersión correspondiente a *Salmo trutta*. Relación entre el porcentaje de mortalidad y la temperatura del agua (°C).

Fig. 9.- Variación de las temperaturas promedio, señalándose las máximas y mínimas mensuales durante el año 1967.

Se puede decir, que en cuanto a longitud total del cuerpo de las hembras, el tamaño promedio de trucha común europea (39 cm.) es aproximadamente, 5 cm. mayor que el de las hembras arco iris (33,76 cm.).

En lo referente al número de huevos por hembra, en promedio, trucha común europea (1848 huevos) es manifiestamente superior al promedio de arco iris (1016 huevos).

La relación entre longitud total del cuerpo y el número de huevos por hembra, en ambas especies, es bastante semejante si se expresa a través del coeficiente de regresión (111 para trucha común europea y 93.7 para arco iris), esto significa que en las dos especies al aumentar en una unidad de longitud, el incremento del número de huevos es más o menos parecido.

El porcentaje de eclosión promedio correspondiente a la especie arco iris (80.07%) es a la simple observación, un tanto menor que el correspondiente a trucha común europea (94.83%).

El período de incubación de trucha arco iris es, en promedio, de 32.5 días de duración, es decir, aproximadamente igual a la mitad del valor correspondiente a trucha común europea (63.5 días).

La duración del período de incubación en trucha común europea es mucho mayor que en arco iris, debido a que la temperatura promedio del agua, en que se incuban los huevos es más baja (7.35° C.) en relación a la correspondiente a arco iris (10.22° C).

La forma y grado de relación más estrecha es la que corresponde a las variables duración de la incubación y temperatura del agua. El coeficiente de correlación en trucha común europea alcanza a  $-0.76$  y en arco iris  $-0.58$ .

En arco iris se aprecia que al aumentar la duración de la incubación se produce un aumento del porcentaje de mortalidad o expresado de otra forma, al aumentar la temperatura del agua baja paralelamente el porcentaje de mortalidad.

En trucha común europea, la situación se hace totalmente opuesta, esto quiere decir, que al aumentar la temperatura diaria del agua, la mortalidad aumenta. Este comportamiento diferente frente al factor temperatura estaría dado fundamentalmente por una adaptación fisiológica del período de reproducción anual a épocas del año con temperaturas diarias muy estables.

## 5. SUMMARY AND CONCLUSIONS

Two species, *Salmo trutta* Linnaeus and *Salmo gairdneri* Richardson from Lautaro fish-hatchery, Cautin Province (Chile) were comparatively studied in relation with their total length and number of eggs per female. The hatching percentage, incubation days and average water temperature of the incubation period were posteriorly analyzed and compared, establishing the relationships among the biotic and abiotic characteristics.

The average length of the brown trout (39 cm) was approximately five cm longer than the rainbow trout (33.76) so far as total length of the females body is concerned.

Considering the number of eggs per female, the average number of the brown trout (1848 eggs) was evidently higher than the number rainbow trout eggs (1016 eggs).

The relationship between total length and number of eggs per female was similar in both species if derived from the regression coefficient (111 for brown trout and 93.7 for rainbow trout). This means that in increasing one length unit, the increase in eggs number was more or less the same for both species.

The average hatching percentage of the rainbow trout (80.07) was in general somewhat less than the one of brown trout (94.83).

The incubation period of the rainbow trout average (32.5 days), was approximately half the value of the brown trout (63.5 days).

The period of incubation of brown trout was much higher than that of rainbow trout because of the average water temperature was lower (7.35° C) for brown trout, than the one for rainbow (10.22). There was a close relationship in both species corresponding to the parameters of incubation time and water temperature. The correlation coefficient in common trout reaches -0,76 and in rainbow -0.58.

It was noticed that with an increase of the incubation period for rainbow trout there is also an increase in mortality percentage. In other words, in increasing the water temperature it decreases at the same time the mortality percentage.

In brown trout the situation is the opposite, meaning that when daily water temperature increases, mortality gets higher. This different behaviour would fundamentally be due to a physiological adaptation of the annual reproduction period to periods of the year with very stable daily temperatures.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy sinceramente al señor Jorge Golusda, Jefe de la Piscicultura de Lautaro, y a todo el personal de dicha piscicultura, por la recolección de los datos que permitieron la realización de este trabajo.

A la señora Irma Vila por su cooperación en la redacción del resumen en inglés.

A la señorita Anc María Cabrera y señora Elena Carvallo por la transcripción dactilográfica, y al señor Ernesto Tapia por la confección de los gráficos.

## 7. BIBLIOGRAFIA

**BUSS K. y R. McCREARY**

1960 "A comparison of egg production of hatchery-reared brook, brown and rainbow trout". The progressive fish-culturist. 22 (1).

**DIXON W. y F. MASSEY**

1960 Introducción al análisis estadístico. Ediciones Castilla. Madrid.

**HUET, M.**

1960 "Traité de Pisciculture". Ed. Ch. de Wingaest. Bruxelles.

**LAGLER, K.; J. BARDACH y R. MILLER**

1962 "Ichthyology" Ed. John Wiley and Sons Inc. New York.

**LEITRITZ, E**

1959 Trout and salmon culture. Fish bulletin N° 107. Department of fish and game State of California.

**MILES, C.**

1961 Informe al Gobierno de Chile sobre la pesca en aguas continentales en la región de los lagos. Fisheries Biology Report N° 28. F.A.O. Roma.



