

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA



TESIS

**“DESOVE Y FERTILIZACIÓN DE
TRUCHA ARCO IRIS Oncorhynchus mykiss
POR INYECCIÓN DE OXÍGENO”**


Presentado por el bachiller:

PAULO CRISTIAN MENDOZA PAULETT


Para optar el título profesional de:

INGENIERO PESQUERO

Callao – Perú


PAULO MENDOZA PAULETT
BACHILLER.

2007


A. ANTONIO MARILUZ
ASESOR.

**Dedico este trabajo a mi esposa,
hijos padres y hermanos por sus
alientos en los momentos más
difíciles de mi vida y por ser ellos la
clave de mi éxito.**

**Lucha contra el mundo en esta
vida, por que el mundo lucha
contra ti.**

Salvatore Adamo

AGRADECIMIENTO

Agradezco ante todo a Dios por darme la fuerza y tranquilidad en los momentos en que verdaderamente se pierde la esperanza.

A mi esposa, mis dos hermosos hijos, padres y hermanos por ser ellos la razón para seguir adelante.

Al Ing. Antonio Mariluz Fernández por su dedicación y apoyo en la elaboración de esta tesis.

A la familia Meza Poma en especial al Ing. Ángel Meza Poma por su hospitalidad y aporte importante para el logro de este trabajo experimental.

ÍNDICE

RESÚMEN.....	13
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	14
1.1 FORMULACIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2 JUSTIFICACIÓN	14
1.3 IMPORTANCIA	15
CAPÍTULO II	
OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVOS GENERALES	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
CAPÍTULO III	
MARCO TEÓRICO	17
3.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	17
3.2 CARACTERÍSTICAS Y BIOLOGÍA	17
3.3 REPRODUCCIÓN	22
3.3.1 REPRODUCCIÓN NATURAL	23
3.3.3 REPRODUCCIÓN ARTIFICIAL	24
3.3.2.1 SELECCIÓN DE REPRODUCTORES	24
3.3.2.1.1 Verificación de la madurez gonadal	27
3.3.2.2 DESOVE	27
3.3.2.2.1 Método de Compresión manual	29
3.3.2.2.2 Método por Inyección de aire.....	30
3.3.2.3 FECUNDACIÓN O INSEMINACIÓN ARTIFICIAL (FERTILIZACIÓN).....	32
3.3.2.3.1 Método Seco	32
3.3.2.3.2 Método Húmedo	32
3.3.2.3.3 Método Mixto	33
3.3.2.3.4 Método Isotónico	33
3.3.2.4 CONTEO DE HUEVOS	33

3.3.2.4.1 Pesada Gravimétrica	34
3.3.2.4.2 Volumétrico	34
3.3.2.4.3 Von Bayer	34
3.3.2.5 INCUBACIÓN	35
3.3.2.5.1 Desarrollo embrionario	36
3.3.2.6 ECLOSIÓN	38
CAPÍTULO IV	
VARIABLES E HIPÓTESIS	40
4.1 VARIABLES	40
4.1.1 INDEPENDIENTES.....	40
4.1.2 DEPENDIENTES	40
4.2 HIPÓTESIS	40
CAPÍTULO V	
MATERIALES Y METODOLOGÍA	41
5.1 LUGAR Y PERÍODO DE EXPERIMENTACIÓN	41
5.2 MATERIALES Y EQUIPOS	41
5.2.1 MATERIALES	41
5.2.2 EQUIPOS	42
5.3 METODOLOGÍA	42
5.3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
5.3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	42
5.3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	42
5.3.4 TRATAMIENTO EXPERIMENTAL	43
5.3.5 POBLACIÓN	43
5.3.6 MUESTRA	43
5.4 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	44
5.4.1 SELECCIÓN DE REPRODUCTORES	44
5.4.1.1 MADUREZ SEXUAL	44
5.4.2 DESOVE	45
5.4.2.1 COMPRESIÓN MANUAL	45
5.4.2.2 INYECCIÓN DE OXÍGENO	45
5.4.3 FERTILIZACIÓN	46

5.4.4 CONTEO DE HUEVOS	46
5.4.5 INCUBACIÓN	47
5.4.6 ECLOSIÓN	47
CAPÍTULO VI	
RESULTADOS	48
6.1 PESO DE REPRODUCTORES	48
6.2 TIEMPO DE DESOVE	48
6.3 PESO DE OVAS POR REPRODUCTOR	49
6.4 CANTIDAD DE HUEVOS POR REPRODUCTOR	49
6.5 HUEVOS CON OJOS	51
6.6 HUEVOS ECLOSIONADOS	52
6.7 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA	53
6.7.1 TEMPERATURA	53
6.7.2 POTENCIAL DE HIDRÓGENO	53
6.7.3 OXÍGENO DISUELTO	53
6.7.4 CAUDAL	53
CAPÍTULO VII	
DISCUSIONES	54
CAPÍTULO VIII	
CONCLUSIONES	57
CAPÍTULO IX	
RECOMENDACIONES	58
CAPÍTULO X	
BIBLIOGRAFÍA	59
CAPÍTULO XII	
APENDICE	62

LISTA DE CUADROS

- CUADRO N°1	: PESOS DE REPRODUCTORES	63
- CUADRO N°1 A	: ANOVA PESOS DE REPRODUCTORES	65
- CUADRO N°2	: TIEMPO DE DESOVE.....	66
- CUADRO N°2 A	: ANOVA TIEMPO DE DESOVE.....	68
- CUADRO N°3	: PESOS DE OVAS POR REPRODUCTOR	69
- CUADRO N°3 A	: ANOVA PESOS OVAS POR REPRODUCTOR	71
- CUADRO N°4	: CANTIDAD DE HUEVOS POR REPRODUCTOR	72
- CUADRO N°4 A	: ANOVA CANTIDAD HUEVOS P/REPRODUCTOR.....	74
- CUADRO N°5	: CANTIDAD Y PORCENTAJE DE HUEVOS CON OJOS	75
- CUADRO N°5 A:	: ANOVA CANTIDAD DE HUEVOS CON OJOS	77
- CUADRO N°6	: CANTIDAD Y PORCETAJE DE HUEVOS ECLOSIONADOS	78
- CUADRO N°6 A:	: ANOVA CANTIDAD DE HUEVOS ECLOSIONADOS	80
- CUADRO N°7	: TEMPERATURA, pH Y OXIGENO DISUELTO DEL AGUA.	81

LISTA DE GRAFICOS

- GRAFICO N°1 : PESO DE REPRODUCTORES.....	64
- GRAFICO N°2 : TIEMPO DE DESOVE.....	67
- GRAFICO N°3 : PESOS DE OVAS POR REPRODUCTOR	70
- GRAFICO N°4 : CANTIDAD DE HUEVOS POR REPRODUCTOR	73
- GRAFICO N°5 : CANTIDAD DE HUEVOS CON OJOS	76
- GRAFICO N°6 : CANTIDAD DE HUEVOS ECLOSIONADOS	79
- GRAFICO N°7 : VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA	82
- GRAFICO N°8 : VARIACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO.....	83

LISTA DE FOTOS

- FOTO N°1: ESTANQUE DE REPRODUCTORES	85
- FOTO N°2: DESOVE POR EL METODO MANUAL	86
- FOTO N°3: DESOVE METODO INYECCION OXÍGENO.....	87
- FOTO N°4: FECUNDACION DE HUEVOS	88
- FOTO N°5: FECUNDACIÓN DE OVAS.....	89
- FOTO N°6: SALA DE INCUBACIÓN	90

RESUMEN

La reproducción de trucha en el Perú, aun tiene problemas como es la alta mortalidad y baja tasa de eclosión de ovas fertilizadas, probablemente por el método de desove realizado por fricción manual que lastima al reproductor y sus ovas. Con el objeto de evaluar este problema se efectuaron 3 tratamientos; dos con inyección de oxígeno y un tratamiento control (C) (compresión manual). Cada uno con 3 repeticiones haciendo un total de 9 unidades experimentales, cada uno con 500 ovas haciendo un total de 4500 ovas. En cada tratamiento se utilizó 3 reproductores hembras y un macho.

El primer tratamiento P1, con inyección de oxígeno 1.5 Lb. / pulg², el Segundo tratamiento P2 con inyección de oxígeno 2.5 Lb/pulg² y el tercer tratamiento por compresión manual (C). Solo se varió el tratamiento en el desove los otros procesos de la reproducción fueron idénticos, poniéndose a incubar las ovas en incubadoras horizontales. El peso promedio de los reproductores fueron: 3.10, 3.02 y 3.07 kg. Respectivamente no existiendo diferencia significativa entre los pesos (ANOVA) (Cuadro N° 1). El tiempo promedio de desove para los 3 tratamientos P1 , P2 y C fueron 28, 19 y 53 segundos respectivamente. Existiendo diferencia significativa entre tratamientos ANOVA (cuadro N° 2A) , La cantidad promedio de ovas con ojos para P1, P2 y C. Fueron 478 (95%), 432 (86%) y 406 (81%) respectivamente existiendo diferencia significativa entre tratamientos (ANOVA) (Cuadro N^a 5). La cantidad de ovas eclosionadas promedio para los 3 tratamientos a partir de las 500 ovas iniciales para todos los tratamientos fueron; 456 (91.27%) , 399 (79.87%) y 369 (73.8%) respectivamente , existiendo diferencia significativa entre tratamientos (ANOVA) (Cuadro N° 6°).

Concluyendo que el desove con inyección de oxígeno P1 con 1.5 lb. /pulg² es el más eficiente en el desove de ovas en Trucha arco iris por su mejor tasa de eclosión frente a los otro tratamientos.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 FORMULACIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el Perú el desove de la trucha arco iris es realizado por compresión manual (fricción) en la cavidad abdominal, método usado desde muchos años atrás, ocasionando en la mayoría de los casos ciertos daños físicos al pez y a las ovas. En países desarrollados el desove es realizado por introducción de aire en la cavidad abdominal inyectando el aire mediante una aguja hipodérmica, unida a una bomba manual obteniendo una menor manipulación del pez y emisión de ovas sanas. La presión de aire con bomba manual podría ser muy bien sustituida por una presión constante de oxígeno por medio de un tanque con su respectivo manómetro, aumentando la probabilidad de obtener un mayor porcentaje de ovas integrales y así lograr un mayor porcentaje de eclosión de huevos (larvas). Entonces la interrogante sería: ¿Cómo influirán los métodos de desove por compresión manual e inyección de oxígeno en el porcentaje de eclosión de huevos de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo experimental tiene como fin obtener el mayor porcentaje de huevos eclosionados de trucha arco iris, comparando dos distintos métodos de desove, dando a las ovas extraídas las mismas condiciones desde el método de fertilización usado, así como la incubación hasta la eclosión de huevos. El método tradicional de desove de trucha está denominado como compresión ó fricción manual por diversos autores y muchos coinciden en la

eficacia, seguridad y facilidad de realizarlo. El método de inyección de aire es citado solamente por algunos autores como por ejemplo Turli (1970) y Blanco (1995), el primero afirma la obtención de huevos íntegros pero lentitud de operación y el segundo lo indica como una opción para evitar anestesiar al pez y facilitar la operación. Tenemos que comprobar las ventajas y tratar de mejorarla y disminuir las desventajas para obtener una mayor cantidad de larvas como resultado de la eclosión de los huevos.

1.3 IMPORTANCIA

Este trabajo es importante por que:

- Contribuye científica y técnicamente a la acuicultura posibilitando el uso de este método en las principales piscigranjas de nuestro medio.
- Permite comparar dos diferentes técnicas de desove y determinar las ventajas y desventajas de ambos.
- El método por inyección de oxígeno puede ser usado en especies que tengan características de reproducción similares a la trucha.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar con que método de desove se obtiene mayores porcentajes de eclosión de trucha arco iris.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el tiempo de desove por el método de compresión manual.
- Determinar el tiempo de desove por el método de inyección de oxígeno.
- Determinar el porcentaje de huevos con ojos por el método de desove con compresión manual.
- Determinar el porcentaje de huevos con ojos por el método de desove con inyección de oxígeno.
- Determinar el porcentaje de huevos eclosionadas por el método de compresión manual.
- Determinar el porcentaje de huevos eclosionadas por el método de inyección de oxígeno.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Phylum	:	Chordata
Subphylum	:	Vertebrata
Clase	:	Osteichthyes
Subclase	:	Actinopterygii
Super orden	:	Teleosteica
Orden	:	Clupeiformes
Familia	:	Salmonidae
Subfamilia	:	Salmoninae
Genero	:	Oncorhynchus
Especie	:	Oncorhynchus mykiss
Nombre común	:	Trucha arco iris

(Rosado y Erazo, 2001)¹

3.2 CARACTERÍSTICAS Y BIOLOGÍA DE LA ESPECIE

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*, Richardson 1836) es un salmónido que se caracteriza por presentar cuerpo alargado, fusiforme y cabeza relativamente pequeña que termina en una boca grande puntiaguda, hendida hacia el nivel de los ojos y con una fila de dientes fuertes en cada una de las mandíbulas que le permiten aprisionar las presas capturadas. (Rosado y Erazo, 2001)² Hacia la mitad del cuerpo se encuentra una primera aleta dorsal formada únicamente por radios blandos. Posteriormente a esta aparece una pequeña aleta, de función desconocida y carácter adiposo. Opuesta a esta y ventralmente. Se halla la aleta anal. Estas aletas tienen función de dirección actuando como timón en el desplazamiento. (Rosado y Erazo, 2001)³

Las aletas pares son las pectorales, ubicadas en la parte más anterior con una función estabilizadora y las pélvicas o ventrales, que actúan como remos y ubicadas en la sección media posterior del pez. El cuerpo remata posteriormente en una aleta caudal homocerca de función propulsora. (Rosado y Erazo, 2001)⁴

El nombre genérico *Oncorhynchus* significa nariz ganchuda, característica que se acentúa más en los machos en la época de la reproducción, en los que se desarrolla en la mandíbula inferior un abultamiento o gancho (prognatismo). El nombre común de arco iris está dado por la presencia de numerosos puntos negros y una banda iridiscente en los flancos del pez. Esta coloración cambia ligeramente en las épocas de madurez siendo notorio el oscurecimiento que se presentan en los machos. (Rosado y Erazo, 2001)⁵

En estado libre esta especie puede alcanzar notables dimensiones de 50 a 70 cm. de longitud y de 4 a 5 Kg. de peso, aunque el peso natural, a los dos años de edad se aproxima a los 200 gr. unidad. (Blanco, 1995)¹

La trucha es un pez carnívoro que se alimenta en la naturaleza de las presas vivas que captura. Se dice de ella que es un carnívoro inespecializado que come con la vista en la mayoría de las veces. Es el movimiento de la presa en el agua, bien por su propia actividad o por ser impulsada por la corriente, la que promueve o desencadena en la trucha reflejos de atracción y captura. (Blanco, 1995)²

La trucha como carnívoro predador es territorial es decir, vive en un espacio o área que defiende. (Blanco, 1995)³

Los peces son animales poiquiloterms, es decir su cuerpo no posee una temperatura propia, sino que recibe la del ambiente. (Turli, 1970)¹

Las truchas en condiciones naturales, es un pez que puede vivir en aguas comprendidas entre 0° y 25°C. (Blanco, 1995)⁴

La temperatura más adecuada para la trucha arco iris en la producción cárnica, en la que sus funciones fisiológicas se realizan en forma óptima, es de 15°C. (Blanco, 1995)⁵

Experimentalmente se ha comprobado que la temperatura óptima para el Metabolismo de la trucha arco iris es de 18°C, es decir que a esta temperatura la trucha consigue un aprovechamiento máximo del pienso, desde el punto de vista del piscicultor y por tanto una máxima conversión del alimento. (Drummond, 1988)¹

¿Cual es la cantidad mínima de oxígeno disuelto en el agua, necesaria para mantener a una trucha en perfecta vitalidad? Este valor se encuentra alrededor de 9 mg/l. equivalente a unos 6,4 c. c. (Turli, 1970)²

Leitritz (1980) menciona que el bajo nivel de seguridad de oxígeno para la trucha es 5 – 5,5 p.p.m. pero que 7 p.p.m. es preferible.(Godoy, 2002)¹

Las aguas ligeramente ácidas deben descartarse por que entre otros inconvenientes provocan en los peces disminución del apetito y también retardo en el crecimiento, así como mayores posibilidades de desarrollo de parasitosis y enfermedades de carácter epidémico. El pH del agua debe ser neutra o ligeramente alcalino, con valores que oscilen entre un mínimo de 7 y un máximo de 8,5. (Turli, 1970)³

Así pues, el pH es por sí solo un factor importante en la cría de las truchas, que adquiere una importancia mucho mayor en las piscifactorías muy industrializadas, en donde el agua se aprovecha al máximo. En este tipo de explotación es deseable un pH de 6,5 a 7, pues como veremos posteriormente, uno de los productos finales del metabolismo proteico de las truchas, es el amoniaco. El amoniaco es un producto tóxico, con carácter limitante en su forma no ionizada (NH₃), la cual, bajo la acción de pH ácido se transforma en ión amonio (NH₄) forma ionizada no tóxica lo que no ocurre en condiciones básicas. (Blanco, 1995)⁶

Las aguas destinadas a salmónidos deben ser claras y transparentes, admitiéndose como cifras normales concentraciones inferiores a 30 mg/l de materias en suspensión. (Blanco, 1995)⁷

La mayoría de las especies acuáticas, soportan bien las distintas concentraciones de sales disueltas en el agua, encontrando para la trucha cifras de **conductividad** equivalentes a 560 μ siemens/cm que son perfectamente toleradas, adquiriendo carácter peligroso, cifras superiores a 600 μ siemens/cm. (Blanco, 1995)⁸

Klonzt (1979), Todas las aguas naturales contienen algo de CO₂ en equilibrio con la atmósfera, el agua puede mantener aproximadamente 2 mg/l. mientras valores en excesos a esta se considera en detrimento de la producción. (Godoy, 2002)²

El dióxido de carbono al combinarse con el agua, forma ácido carbónico (CO₃H₂). En la mayor parte de las aguas naturales utilizadas en una piscifactoría y que procedan de río el valor de ácido carbónico no excede de 6 mg/l por lo que carece de importancia ya que estas concentraciones no es tóxica para los peces. Sin embargo estos niveles pueden aumentar considerablemente y mantener entre 12-18 mg/l en las piscifactorías intensivas con reciclaje de agua, al ser el anhídrido carbónico un producto resultante del metabolismo del pez. (Blanco, 1995)⁹

Alcalinidad se refiere a ciertos aniones (carbonatos, bicarbonato, hidróxido). Los rangos permisibles son de 20 – 200 p.p.m. (Godoy, 2002)³

La dureza total es la cantidad de sales totales en miligramos y expresados como carbonato de calcio los rangos permisibles son de 60 – 300 p.p.m. los cuales permiten un crecimiento adecuado de la trucha. (Godoy, 2002)⁴

Frost y Brown establece que hay un umbral de dureza de unos 150 p.p.m. de Carbonato de calcio (CaCO₃) por encima del cual las

truchas proliferan, pero por debajo de este se desarrollan menos. (Stevenson, 1985)¹

Los nutrientes son importantes y responsables de la productividad primaria del agua cuyas concentraciones son:

Nitrito	: No mayor de 0,05 mg/l
Nitrato	: No mayor de 100 mg/l
Amonio	: No mayor de 0,012 mg/l
Hierro	: No mayor de 1,0 mg/l
Cobre	: No mayor de 0,06 mg/l
Hidrog. Sulfato	: No mayor de 0,002 mg/l

(Godoy, 2002)⁵

Para alevinos de trucha se acepta concentraciones de Zinc de 0,004 p.p.m. (Godoy, 2002)⁶

DBO : Una muestra no debe dar más de 20 mg/l. (Godoy, 2002)⁷

De acuerdo con la bondad de las características que definen la calidad de las aguas, como con la disposición del cauce, en relación con la topografía del terreno conseguirán las truchas grados de mayor o menor desarrollo individual o poblacional y todo ello, en función de las disponibilidades de alimento. (Blanco, 1995)¹⁰

En condiciones industriales, se trata de conseguir en los estanques o recintos cerrados hábitat lo más parecidos a los naturales (Blanco, 1995)¹¹

El principal obstáculo con el que tropieza el futuro criador de trucha al intentar establecerse es el encontrar y adquirir un lugar adecuado para su piscifactoría.

Los dos requisitos básicos para la misma son: un aporte suficiente de agua de naturaleza química adecuada no solo para cubrir la demanda inicial, sino también para permitir una futura expansión y una ubicación razonablemente accesible. Una piscifactoría muy alejada de los puntos de venta y abastecimiento de pienso puede

llegar a resultar antieconómica fácilmente como consecuencia de los elevados costos de transporte, mano de obra y otros epígrafes. (Drummond, 1988)²

En resumen la trucha arco iris es la trucha más fácil e interesante de cultivar para la producción de pescado de consumo, ya que es la menos difícil de alimentar y la menos exigente en cuanto a la temperatura y calidad de agua. Además, está extendida en los cultivos de agua fría del mundo entero, donde se ha convertido en el principal salmónido para la producción de pescado de consumo. (Huet, 1983)¹

3.3 REPRODUCCIÓN DE LA TRUCHA

En líneas generales los peces son animales ovíparos, es decir, las hembras ponen huevos. La fecundación es externa, la hembra deposita los huevos en el exterior y luego son fecundados por el macho que recubre los mismos con el esperma, por lo que no existe la cópula. Sin embargo, no todas las especies realizan este tipo de fecundación, así la gambusia, especie que se importó para luchar contra el paludismo, realiza la fecundación endógena. (Carretero, 2002)¹

La reproducción de los salmónidos, aunque en cierto sentido puede ser común o tener una cierta semejanza con la reproducción de otros peces de su mismo hábitat, presenta como es lógico, peculiaridades propias, incluso evidentes en las distintas especies que constituyen este grupo taxonómico. (Blanco, 1995)¹²

Una característica muy peculiar de los salmónidos, es que sus órganos sexuales presentan, en los primeros periodos de la vida, una cierta indiferenciación, es decir no es posible determinar microscópicamente si la glándula sexual de un ejemplar es testículo u ovario. Este fenómeno es denominado gonocorismo indiferenciado y lo presentan truchas y salmones en los primeros meses de vida. (Blanco, 1995)¹³

Además de sexual y externa la reproducción de los salmónidos es cíclica, es decir, tiene lugar una vez al año y en una época determinada. (Blanco, 1995)¹⁴

Las glándulas sexuales al final del periodo reproductor, alcanza un equivalente al 20% del peso corporal en contraposición al 1% en fase de reposo. (Blanco, 1995)¹⁵

Los óvulos desde el ovario caen a la cavidad abdominal, proceso denominado ovulación y los espermatozoides ocupan los tramos finales de los conductos espermáticos, próximos a su salida al exterior. (Blanco, 1995)¹⁶

3.3.1 REPRODUCCIÓN NATURAL

Los peces de la familia salmonidae son de carácter reofílico con respecto a la reproducción, lo que significa que remontan las corrientes para finalizar su ciclo reproductivo con cortejo y la emisión simultanea de los productos sexuales. (Rosado y Erazo, 2001)⁶

La hembra madura ejerce una gran atracción sexual sobre el sexo opuesto, lo mismo que los machos la ejercen sobre las hembras. Son muy recientes los estudios que relacionan este comportamiento de atracción sexual, con la existencia de determinadas sustancias químicas elaboradas por el ovario y testículos maduros, denominadas feromonas o señales químicas de acercamiento sexual (Honda 1980 Lley et al. 1983). (Blanco, 1995)¹⁷

En condiciones naturales la puesta tiene lugar en invierno. Esta condicionada por el contenido en oxígeno del agua, que aumenta cuando disminuye la temperatura. Desde el primer salto térmico a principios del otoño, los peces abandonan su hábitat normal y buscan frezaderos en aguas frescas. Los machos inician la migración, en primer lugar los sujetos más jóvenes. Durante el trayecto se desarrollan los órganos

sexuales de los reproductores; los animales van a instalarse en la proximidad de bancos de grava, con frecuencia por parejas, en espera de la madurez total. (Arrignon, 1984)¹

La puesta comienza cuando están maduros. Huevos y lecha son lanzados a la corriente y se produce la fecundación. Los huevos se introducen en los intersticios de los guijarros, donde la hembra los recubre de gravilla a golpes de cola. La puesta continúa de esta manera hasta la total evacuación de los huevos. Después ambos reproductores se dejan arrastrar por la corriente hacia la zona tranquila, donde se restablecerán de los esfuerzos de la reproducción. (Arrignon, 1984)²

El proceso natural de emisión de los productos sexuales al exterior, recibe el nombre de ovoposición en la hembra y espermiación en el macho, designándose comúnmente a este proceso freza, puesta o desove. (Blanco, 1995)¹⁸

3.3.2 REPRODUCCIÓN ARTIFICIAL

El descubrimiento de la reproducción artificial es indudablemente el hecho que ha permitido la expansión alcanzada por la salmonicultura. Gracias a ella pueden obtenerse grandes cantidades de alevines indispensables para la repoblación de recintos acuáticos en los que se practica el cultivo de truchas de consumo, así como la repoblación de numerosos cursos de agua. (Huet, 1983)²

La reproducción artificial de los salmónidos admite varias fases que sucesivamente son:

3.3.2.1 SELECCIÓN DE REPRODUCTORES

El fin de la selección es la obtención y mejora de las razas particularmente interesantes, es decir, vigorosas, de crecimiento rápido y bien adaptadas a su medio.

Una raza está caracterizada por un cierto número de rasgos morfológicos y fisiológicos hereditarios, susceptibles de transmitirse a los descendientes que vivan en las mismas condiciones que los padres. (Huet, 1983)³

La edad más apropiada para los reproductores varía con el sexo. En los machos es de dos a tres años, es decir, primero y segundo ciclos reproductivos. (Blanco, 1995)¹⁹

Las hembras de dos años de edad producen menor cantidad de óvulos y son de menor tamaño y el porcentaje de fertilidad es menor (Leitritz, 1959). El tamaño aumenta con la edad, siendo habitualmente explotadas las hembras de 3 – 4 y 5 años, a partir del cual son eliminadas, pues aunque los óvulos son de mayor tamaño la cantidad producida por kilo de peso es menor y aumenta además, el índice de infertilidad. (Blanco, 1995)²⁰

La nutrición tiene capital importancia para el valor de los productos sexuales.

- Las truchas nutridas exclusivamente de alimentos artificiales ordinarios dan productos sexuales de valor mediocre.
- Los huevos procedentes de truchas alimentadas naturalmente son de color rosa y traslúcidas, sin embargo huevos blancos y opacos pueden originar excelentes descendientes según el valor de estos y no según su aspecto exterior, es como se apreciará el valor de los huevos.
- La nutrición de alimento artificial de calidad tiene por efecto acelerar el crecimiento, lo que permite obtener grandes hembras en poco tiempo, la alimentación artificial debe comenzar desde la juventud y continuarse regularmente, ya que la interacción puede provocar la esterilidad. (Godoy, 2002)⁸

El macho en el periodo precedente a la freza presenta el cuerpo más alargado, la primera aleta dorsal ligeramente teñida al exterior de blanco, mientras que la hembra, con el vientre abultado por los huevos, muestra la papila genital turgente y rosácea. Estos son los caracteres externos más sobresalientes en el momento de la reproducción, aunque también es fácil distinguir en otros periodos el macho de la hembra por que el primero tiene casi siempre la mandíbula inferior más prolongada. (Turli, 1970)⁴

La cantidad indispensable de reproductores viene determinada por el número de alevines que se desea producir, cantidad que permite deducir el número de huevos, teniendo en cuenta un porcentaje normal de pérdidas. Para establecer el número de reproductores, conociendo la cantidad necesaria de huevos nos basaremos en que una hembra de 1Kg. da una media de 1.500 a 2.000 huevos.(Huet, 1983)⁴

Los huevos de salmónidos tienen un diámetro normal comprendido entre 3,5 y 5 mm. El diámetro del huevo esta en función del tamaño de la hembra y no de su edad; se incrementa con la talla de la madre. (Huet, 1983)⁵

En salmonicultura industrial, para obtener un alto porcentaje de huevos embrionados o, lo que es casi lo mismo óvulos de calidad es necesario que las hembras en fase de formación folicular, y especialmente durante la ovulación y postovulación, se encuentre en aguas con temperaturas bajas que algunos estiman no superior a 12° – 13°C (Leitritz y Lewis, 1980). (Blanco, 1995)²¹

La producción espermatogénica de la trucha adulta es muy alta, de orden de 58×10^9 espermatozoides por gramos de testículos y año. Sin embargo, en el mejor de los casos, es decir, en extracciones realizadas cada dos días, en el inicio

de la freza, solamente se consigue recolectar el 22% de los espermatozoides producidos por el testículo. (Blanco, 1995)²²

La eyaculación provocada o extracción manual del semen produce rendimientos más bajos que los naturales. (Blanco, 1995)²³

Hace falta menor número de machos que de hembras la mitad o un tercio son suficientes. (Huet, 1983)⁶

3.3.2.1.1. Verificación de la madurez gonadal

Es indispensable que en la época de desove se verifique el grado de madurez sexual de las hembras, una por una y con una periodicidad de 7 y 8 días por lo menos. (Godoy, 2002)⁹.

Están separados por sexos y todas las semanas, cuando menos, se verifica el estado de madurez sexual de los reproductores y se practica la fecundación de los que están maduros. En los productores maduros, una pequeña presión sobre la cavidad abdominal debe ocasionar la salida de los productos sexuales. (Huet, 1983)⁷.

En un grado óptimo de madurez, la buena lecha es blanca y cremosa; la lecha mala es acuosa y grumosa. (Huet, 1983)⁸

Los huevos maduros deben expulsarse fácilmente, los huevos solo permanecen maduros 8 días. (Huet, 1983)⁹

3.3.2.2 DESOVE

Los reproductores de trucha arco iris mantenidos en las instalaciones industriales en régimen de cautividad, no realizan por sí mismos el fenómeno natural de la puesta o desove. Es necesario proceder, cuando están maduros, a la extracción de sus productos sexuales, los cuales una vez obtenidos y convenientemente mezclados, se fusionan los del macho con los de la hembra dando lugar a un huevo, de cuyo desarrollo surgirá una nueva forma de vida o alevín.

Este proceder recibe el nombre de fecundación o inseminación artificial. (Blanco, 1995)²⁴

Para esta parte del hemisferio la época de desove es en abril – mayo y continua hasta septiembre u octubre. (Godoy, 2002)¹⁰

El proceso por el que se obtiene los huevos y el semen o lecha se llama ordeña y requiere una gran habilidad para evitar dañar al pez o a los huevos. (Bardach, 1986)¹

La denominación correcta del óvulo sería, antes de ser fecundado, la de ovocito de segundo orden. (Blanco, 1995)²⁵

Desove o stripping consiste en la expulsión o extracción de los óvulos maduros de la cavidad abdominal de la hembra y del macho su semen por la presión manual del técnico y para realizar esta operación se recomienda no alimentar al animal 24 – 48 horas antes para evitar que los productos metabólicos se mezclen con los huevos. (Godoy, 2002)¹¹

Esta práctica exige para facilitar el manejo, una anestesia previa de los ejemplares a desovar pues al tratarse de ejemplares de gran tamaño (2 – 3 Kg.) la fuerza que desarrollan dificulta mucho su manejo y por otra parte pueden ser dañadas al oponerles resistencia. (Blanco, 1995)²⁶

Una vez que los reproductores están maduros y listos para la extracción de sus productos sexuales son llevados a estanques especiales para su manejo. Se deben tener listos los elementos a utilizar en el desove (baldes, vasijas, plumas, etc.) debidamente desinfectados. Inicialmente se depositan las hembras en bañeras plásticas con agua a la que previamente se le agrega anestésico (MS222, a una concentración de 75 p.p.m.), al cabo de dos minutos el pez comienza a perder el equilibrio y es el momento cuando el

operario retira a la hembra del agua que contiene el tranquilizante y se introduce en agua fresca se lava bien y se seca suavemente para evitar que se humedezca el recipiente donde van a recibir los huevos. (Rosado y Erazo, 2001)⁷

Existen dos métodos de desove:

3.3.2.2.1 Método por compresión manual

Se mantiene el pez en posición muy inclinada, con la cabeza hacia arriba y el dorso vuelto hacia el operador, el vientre hacia la cavidad de recipiente y el cuerpo cayendo sobre él. Se aproxima la mano izquierda hacia la cabeza y con el pulgar y el índice se ejerce una presión sobre el abdomen, bajando desde la región anterior del tronco hasta el poro genital. Si los huevos están maduros deben aparecer bajo esta presión. Se repite la operación varias veces, hasta que la hembra sea totalmente vaciada de sus huevos. (Huet, 1983)¹⁰

Existen dos mecanismos o métodos, uno denominado "Método Unipersonal" y otro "Método Bipersonal", generalmente el método unipersonal es el más empleado por motivo de economizar mano de obra, sin ser más eficiente. El método bipersonal se utiliza en lugares donde no se cuenta con instrumentos de desove y el personal no tiene suficiente experiencia. (Godoy, 2002)¹²

También deberá tenerse cuidado no romper ningún huevo, pues la albúmina de los huevos rotos cubriría a las otras e inhibiría la fertilización. (Bardach, 1986)²

En el momento de extraer los últimos huevos, se han de evitar cuidadosamente presiones tales que salga sangre mezclada con los huevos es debido que la presión ejercida

sobre el abdomen de la hembra ha sido demasiado intensa y ha ocasionado la rotura de algunos vasos sanguíneos.(Huet, 1983)¹¹

Tan pronto como se ha ordeñado una hembra, se ordeña al macho maduro utilizando la misma técnica. (Bardach, 1986)³

3.3.2.2 Método por inyección de aire

El tradicional sistema de fecundación mediante el exprimido se sustituye ahora en los países transoceánicos por la introducción en la cavidad abdominal de aire, que presionando uniformemente sobre los ovarios determina la salida exclusivamente de los huevos maduros. Se opera inyectando el aire mediante una aguja hipodérmica, unida a una bomba manual, que hará la presión necesaria y terminada la operación se aspira el aire precedentemente inyectado. Ciertamente hay una mayor lentitud y por consiguiente necesidad de más tiempo para la operación de la fecundación, no obstante muchos expertos se encuentran en condiciones de realizar la operación simultáneamente sobre varios individuos mediante una serie de agujas acopladas a una misma bomba única. Las ventajas son evidentes: uniformidad de presión sobre toda la masa de huevos maduros, flujo de salida regular y por lo tanto seguridad de obtener huevos íntegros sin que el pez, por impericia del piscicultor, sufra lesiones que perjudiquen su vitalidad. (Turli, 1970)⁵

Algunos piscicultores prefieren no realizar anestesia y otros intentan facilitar la operación utilizando inyección de aire en la cavidad abdominal del pez, para favorecer así la expulsión de los productos sexuales. Este método requiere la presencia de dos operarios, uno sujeta al pez y el otro introduce una aguja inmediatamente por debajo de la aleta

pelviana. Las agujas utilizadas son de calibre 18 y de una longitud de 2,5 – 3 cm. Dependiendo del tamaño del pez y la presión del aire, equiparable a 2,5 – 3 libras. Una vez conseguida la expulsión, se retira la aguja y el aire se expulsa al comprimir el abdomen. (Blanco, 1995)³⁶

Cualquiera que sean los métodos utilizados, los objetivos de la operación deben ser el extraer los productos sexuales de la cavidad abdominal, con el menor estrés posible para los peces. Las maniobras deben evitar herir o dañar la piel del pez, así como los órganos internos. Todo ello debe ser realizado tan rápido como sea posible, al objeto de conseguir una recuperación rápida del pez. (Blanco, 1995)²⁷

De los óvulos extraídos de la cavidad abdominal en el cuarto y décimo día después de la ovulación a 10°C se obtienen los porcentajes más altos de óvulos fecundados. (Springate et al, 1984). (Blanco, 1995)²⁸

La fertilidad del óvulo se altera progresivamente a medida que transcurre el tiempo desde la ovulación o tiempo de permanencia en la cavidad abdominal. (Blanco, 1995)²⁹

En los salmónidos suele haber dos ovulaciones precedidas por escaso período de tiempo, siendo la primera la que los piscicultores extraen, la segunda produce escasa cantidad de óvulos, pero que conviene retirar para evitar efectos negativos. (Blanco, 1995)³⁰

Al cabo de cuatro ó cinco días se comprueba el estado de las hembras que han sido estabuladas después de la puesta, para expulsar los huevos que aún queden en los conductos genitales, y que podrían enquistarse y provocar la esterilidad del ejemplar. (Arrignon, 1984)³

3.3.2.3 FECUNDACIÓN O INSEMINACIÓN ARTIFICIAL (FERTILIZACIÓN)

El proceso de mezclar en un recipiente el semen de un macho obtenido mediante la compresión manual con los óvulos y el líquido folicular de una hembra, conseguido por el mismo procedimiento, recibe el nombre de inseminación artificial. Como consecuencia de la puesta en contacto de los gametos, los óvulos son fecundados por los espermatozoides, originándose una célula denominada huevo o cigoto, de cuyo desarrollo surgirá un nuevo ser. (Blanco, 1995)³¹

La fertilización ocurre cuando el espermatozoide penetra en el óvulo por el micrópilo. (Rosado y Erazo, 2001)¹¹

A pesar de que numerosos espermatozoides rodean cada huevo, sólo uno penetrará por un orificio especial, el micrópilo para asegurar la fecundación. (Barnabe, 1996)¹

La fecundación se realiza no sólo por la penetración del espermatozoide en el óvulo, si no por la fusión o unión de los pronúcleos celulares que cada uno de ellos aporta, lo cual tiene lugar varios minutos después de la penetración y activación del óvulo por el espermatozoide. (Blanco, 1995)³²

Existen 4 métodos de fecundación artificial:

3.3.2.3.1 Método seco

Se reciben los óvulos en una coladera dejando drenar los líquidos para luego transportarlos en una taza y agregarle el semen, se mezclan, se reposa y se lava. (Godoy, 2002)¹³

3.3.2.3.2 Método húmedo

Consiste en poner agua en un tazón, se depositan los óvulos luego el semen, se mezclan, se reposa y se lava, las

limitaciones que presentan, es el cierre del micrópilo y también de la pérdida de movilidad del espermatozoide. (Godoy, 2002)¹⁴

3.3.2.3.3 Método mixto

Se reciben los óvulos en un colador para que drene y se laven con solución isotónica al 1% para ser transportados a un recipiente y luego agregarle semen, con una pluma o cola de un pez se debe homogenizar mediante movimientos continuos y concéntricos. Se deja reposar de 10 a 20 minutos con la finalidad que se produzca el endurecimiento de la cutícula o membrana externa del óvulo una vez que haya sido fertilizado. (Godoy, 2002)¹⁵

3.3.2.3.4 Método isotónico

Para utilizar este método se acomoda las ovas lavadas en el bañador o tazón de 20 a 30 cm. de diámetro y se añade la solución isotónica hasta cubrir las ovas.

- Cubrir y rociar con la lecha y mezclar uniformemente las ovas con una pluma.
- Llenar de agua al tazón (fecundación) dejar durante 60 segundos.
- Cambiar el agua rápidamente hasta que se limpie y aclare.
- Acomodar los huevos en las incubadoras. (Godoy, 2002)¹⁶

3.3.2.4 CONTEO DE HUEVOS

Para realizar el conteo de ovas fertilizadas existen varios métodos:

3.3.2.4.1 Método de la pesada gravimetría

Pesar 10 g. de ovas, luego contar el número de ovas, repetir el procedimiento para sacar el promedio, sacar el número de ovas por 10 g, llevar el promedio del número de ovas por kg, determinar el peso total de las ovas.

Calcular el número de ovas, multiplicando el promedio de ovas por el peso total de ovas. (Dirección Regional de Pesquería, 2002)

3.3.2.4.2 Método Volumétrico

Medir 10 ml de ovas (por desplazamiento de volumen de agua), contar el número de ovas, repetir el procedimiento para sacar el promedio, sacar el promedio del número de ovas por 10 ml, llevar el promedio del número de ovas a un litro.

Determinar el volumen total de las ovas.

Calcular el número de ovas, multiplicando el promedio de ovas por litro por el volumen total. (Dirección Regional de Pesquería, 2002)

3.3.2.4.3 Método Von Bayer

Consiste en colocar una sola hilera de ovas en una canaleta de Von Bayer (aprox. 12 pulg.) y luego contar.

Esta operación se hace varias veces para sacar un promedio, luego leer en la tabla de Von Bayer el número de ovas por litro.

Determinar el volumen de ovas. Calcular el número de ovas multiplicando el número de ovas por litro hallados en la tabla por el número total de ovas. (Dirección Regional de Pesquería, 2002)

3.3.2.5 INCUBACIÓN

La incubación es el período en que el pez se desarrolla en el huevo. (Huet, 1983)¹²

Se entiende por incubación el período el cual el pez se desarrolla dentro del huevo y desde este momento hasta el nacimiento del alevín, se distinguen dos fases bien definidas:

- La primera denominada ova verde comprende desde la fecundación hasta la aparición de los ojos.
- La segunda denominada ova embrionada va desde la aparición de los ojos hasta el momento de la eclosión. (Rosado y Erazo, 2001)⁸

La incubación dura de 300 a 340 grados días. Los huevos son muy sensibles a los choques y manipulaciones hasta que aparece el embrión (140 a 160 grados días). (Arrignon, 1984)⁴

La incubación se efectúa mejor en agua que corra suavemente, con una temperatura de 8 a 13°C que contenga cuando menos 7 p.p.m. de oxígeno disuelto. (Bardach, 1986)⁴

La desinfección posibilita el primer estadio de incubación para que el desarrollo de los huevos tenga lugar sin la menor intervención del piscicultor y por lo tanto máxima tranquilidad. (Turli, 1970)⁶

La formalina es uno de los pocos fungicidas acuáticos registrados para ser utilizado en acuicultura, y su uso como reemplazante del verde de malaquita ha ido incrementándose. Utilizando soluciones concentradas de 37% de formaldehído (Van Waters, 1988) aplicada a diferentes dosis es efectivo en tratar la saprolegniasis. La formalina es efectiva en prevenir y atacar la proliferación de

hongos y bacterias, en ovas de distintas especies.(Romero, 2003)¹

Se ha evaluado la eficacia de la formalina como profiláctico en distintas dosis (250, 400, 500 p.p.m. por 30 y 60 minutos), en truchas arcoiris (Marking y col.,1994). (Romero, 2003)²

Desde la aparición de los ojos hasta el momento de la eclosión debe efectuarse la limpieza de los huevos.(Turli, 1970)⁷

La eliminación de huevos muertos es rápida y suele realizarse por aspiración. (Turli, 1970)⁸

El agua se renueva continuamente, el flujo mínimo es de 1 l/minuto/1.500 huevos. La densidad es de 50.000 huevos/m². (Coll, 1986)¹

Una buena proporción de los huevos puede criarse con éxito a temperaturas comprendidas entre los 5° y 13° por encima o por debajo de estas cifras aumenta ostensiblemente la mortalidad. (Frost y Brown, 1971)¹

3.3.2.5.1 Desarrollo Embrionario

- Un día después de la fecundación a temperatura media de 12.2° C (12.2 grados/día). Disco germinal.

- Dos días después de la fecundación a temperatura media de 12.2° C (24.3 grados/día). Blastodisco.

- Cinco días después de la fecundación a temperatura media de 10.9° C (54.6 grados/día). Borde de blastodisco y embrión.

Seis días después de la fecundación a temperatura media de 10.8° C (65 grados/día). Borde engrosado del blastodermo y embrión.

- Siete días después de la fecundación a temperatura media de 10.6° C (74.6 grados/día). Borde del blastodermo y embrión.

- Ocho días después de la fecundación a temperatura media de 10.9° C (87.5 grados/día). Labio del blastòporo.
 - Nueve días después de la fecundación a temperatura media de 10.7° C (96.9 grados/día). Somite.
 - Diez días después de la fecundación a temperatura media de 10.8° C (108.5 grados /día). Futuro lóbulo óptico y cerebro posterior.
 - Once días después de la fecundación a temperatura media de 10.9° C (120.3 grados/día). Lóbulo olfatorio, futuro lóbulo óptico o cerebro posterior.
 - Trece días después de la fecundación a temperatura media de 10.9° C (125.4 grados/día). Lóbulo óptico, capsula óptica o futura aleta pectoral.
 - Catorce días después de la fecundación a temperatura media de 10.8° C (151.7 grados/día). Notocordio, miómero y ano.
 - Dieciséis días después de la fecundación a temperatura media de 10.9° C (175 grados/día). Plegamiento de aleta dorsal, miómero, futura aleta caudal, plegamiento de la aleta anal, futura aleta anal y ano.
- Dieciséis días después de la fecundación a temperatura media de 10.9° C (175.5 grados/día). Visión ventral de la cabeza: tercer ventrículo, lóbulo óptico, cristalino, cerebro posterior, capsula ótica, branquias y futura aleta pectoral.
- Dieciocho días después de la fecundación a temperatura media de 11° C (198.5 grados/día). Hemisferio cerebral, lóbulo óptico, cerebro posterior, futuro cerebelo, futuro cuarto ventrículo.
- Veintiséis días después de la fecundación a temperatura media de 10.6° C (278 grados/día). Aleta dorsal, aleta adiposa, aleta ventral, ano, aleta anal, plegamiento aleta anal.

Larva treinta días después de la fecundación a temperatura media de 10.6° C (318.8 grados/día). (Blanco 1995)³³

3.3.2.6 ECLOSIÓN

Son numerosos los trabajos científicos dirigidos a conocer los mecanismos intrínsecos de la eclosión, que permite la salida al exterior del embrión finalizado, referidos a la ruptura de la membrana externa del huevo. (Blanco 1995)³⁴

Cuando el nacimiento está próximo el huevo se vuelve ligeramente ovalado, su membrana exterior pierde consistencia y luego por acción de una enzima proteolítica (diataza) se disuelve, ayudando al nacimiento de la larva. (Rosado y Erazo, 2001)⁹

La eclosión dura alrededor de una semana. (Huet, 1983)¹³

La trucha arco iris necesita una suma acumulativa de trescientos grados/día para alcanzar la eclosión, observándose variaciones que oscilan entre 290 - 330 grados, dependiendo de varios factores. Así temperaturas de incubación superiores a 12°C rebajan los grados a los límites inferiores y temperaturas inferiores a 7°C los elevan a los límites superiores. Existen indudablemente una cierta variabilidad individual en relación con los reproductores, ya que los lotes de huevos procedentes de hembras distintas no tienen una eclosión uniforme en el tiempo. La intensidad lumínica de exposición de los huevos en incubación, la concentración de oxígeno etc., son factores que tiene una cierta importancia sobre el tiempo de desarrollo. (Blanco, 1995)³⁵

Recientemente investigadores ingleses para precisar el término fertilidad a nivel de las explotaciones comerciales especializadas, han estudiado el porcentaje medio de supervivencia, partiendo de un número conocido de óvulos,

en las diferentes etapas de desarrollo del huevo embrionado y alevín (Bromage y Cunaranatunga, 1988). Así se ha establecido como media, que a los siete días después de la inseminación el 90% de los óvulos utilizados han sido fecundados y se mantienen vivos. En el estadio que sigue, inmediatamente después de la aparición de los ojos, persisten vivos el 80% del lote inicial, que se continúa con un 75% en el estadio que sigue a la eclosión. (Blanco, 1995)³⁶

Blaxter (1918), el embrión es el estado de desarrollo que termina en el momento de la eclosión. (Barnabe, 1996)²

Cualquiera que sea el lugar o la especie considerada, las modalidades de una explotación acuícola son idénticas en su propósito: obtención de la gametogénesis, inducción de la puesta, así como la fecundación de los huevos, su incubación y la cría de animáculos frágiles y minúsculos que eclosionan (las larvas) son etapas que se desarrollan a menudo en una misma estructura, que de hecho, es la estructura básica de la acuicultura. (Barnabe, 1996)³

Promedio del tiempo entre la fecundación y eclosión del huevo de la trucha a diferentes temperaturas (modificado de Davis (1956) según Embody (1934)).

Grados Centígrados	Días
2	148
3 - 6	118
4 - 7	97
6	77
7- 8	60
10	41
11	35
12	27

(Frost y Brown 1971)

CAPÍTULO IV

VARIABLES E HIPÓTESIS

4.1 VARIABLES

4.1.1 INDEPENDIENTES

- Desove por inyección de oxígeno
- Desove por compresión manual

4.1.2 DEPENDIENTES

Porcentaje de huevos eclosionados

4.2 HIPÓTESIS

El método de desove por inyección de oxígeno aplicado en trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, dará mayores porcentajes de huevos eclosionados en comparación al método de compresión manual.

CAPÍTULO V

MATERIALES Y METODOLOGÍA

5.1 LUGAR Y PERIODO DE EXPERIMENTACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la piscigranja “La Cabaña” ubicada en el distrito de Sapallanga, provincia de Huancayo, departamento de Junín, cuya altitud es 3580 m.s.n.m. La fecha de experimentación fue del 1° de julio al 30 de setiembre del 2003.

5.2 MATERIALES Y EQUIPOS

5.2.1 MATERIALES

- Mesa desovadora
- Baldes de plástico
- Jarra de plástico graduada
- Vaso de precipitado de 500 y 1000 ml
- Regadera de plástico
- Canaleta de von Bayer
- Tazones de plástico y porcelana
- Bombilla succionadora
- Guantes de lana
- Botas de jebe
- Carcales
- Pluma de ave
- Formol
- Hipoclorito de sodio
- Cloruro de sodio

5.2.1 EQUIPOS

- Mesa desovadora
- Tanque de Oxígeno con manómetro
- Equipo venoclisis
- Termómetro
- Potenciómetro
- Cronometro
- Oxímetro

5.3 METODOLOGÍA

5.3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación es de tipo experimental.

5.3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Es hasta el nivel explicativo (como se relacionan las variables independientes).

5.3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño experimental con pre prueba – post prueba y grupo control

RG ₁	O ₁	X ₁	O ₂
RG ₂	O ₃	X ₂	O ₄
RG ₃	O ₅	---	O ₆

Donde:

Pre-prueba :

O₁, O₃, O₅ = Grado de madurez sexual, peso de reproductor.

Tratamientos :

X₁ = Desove por inyección de oxígeno a presión de 1,5 Lb/pulg²

X₂ = Desove por inyección de oxígeno a presión de 2,5 Lb/pulg²

--- = Desove por comprensión manual

Post-prueba :

$O_2, O_4, O_6 =$ Porcentaje de huevos eclosionados

5.3.4 TRATAMIENTO EXPERIMENTAL

N° REPETICIONES \ TRATAMIENTOS	INYECCIÓN DE OXÍGENO		FRICCIÓN MANUAL
	P1	P2	C
1	n=500	N=500	n=500
2	n=500	N=500	n=500
3	n=500	N=500	n=500

Unidad de análisis (n)

- n = 500 ovas

Unidades experimentales

- 4500 ovas

5.3.5 POBLACIÓN

La población estuvo constituida por 10 reproductores hembras de 3 años de edad, que están dentro de 2,5 a 3,5 Kg. de peso y 5 reproductores machos de 2,5 años de edad los cuales se encuentran sexualmente maduros pertenecientes a la piscigranja "La Cabaña", Sapallanga - Huancayo.

5.3.6 MUESTRA

Para determinar la muestra poblacional por tratamiento, se empleo la formula de Hernandez Sampieri , citado por Valderrama Mendoza (2004).

$$n! = \frac{S^2}{V^2}$$

n! = Muestra provisional

n = muestra exacta

$$n = \frac{n!}{1 + \frac{n!}{N}}$$

N = Tamaño de la población

$S^2 =$ Varianza de la Muestra

$V^2 =$ Varianza de la Población

Se = Error Standard

p = Límite de confianza

N = 4000 huevos aproximado por reproductor

Se = 0.01

p = 0.95

$V^2 = (Se)^2 = (0.01)^2 = 0.0001$

$S^2 = p(1-p) = 0.95(1-0.95) = 0.0475$

$n! = \frac{0.0475}{(0.01)^2} = 475$

$n = \frac{475}{1 + \frac{475}{4000}} = 424.49 \approx 500$ huevos

Para lo cual se necesitó 9 reproductores hembras, 3 machos y las 4500 ovas fertilizadas (huevos), separadas en 3 grupos. Cada grupo representado por 3 reproductores y cada reproductor representado por 500 huevos, los reproductores fueron tomados al azar del plantel de reproductores.

5.4 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

5.4.1 SELECCIÓN DE REPRODUCTORES

Se seleccionaron al azar los reproductores hembras y machos, se colocaron en un estanque las hembras de 2,5 a 3,5 kg. de peso y de 3 años de edad y en otro estanque los machos con una edad de 2,5 años.

5.4.1.1 MADUREZ SEXUAL

Se seleccionó los reproductores sexualmente maduros para lo cual se hizo un masaje suave en la parte lateral abdominal y se escogieron los reproductores maduros que

expulsaban ovas y los reproductores machos que expulsaban esperma, se separaron por sexos, de donde se tomaron al azar 9 reproductores hembras y 3 reproductores machos, para iniciar el desove.

5.4.2 DESOVE

El desove se realizó de acuerdo a lo programado utilizando dos métodos:

5.4.2.1 DESOVE POR COMPRESIÓN MANUAL

El desove por compresión manual se realizó por el "Método Bipersonal", para una mayor eficiencia en la operación de desove. Se capturó una trucha hembra por el pedúnculo caudal, luego la cabeza es introducida en la parte superior de la mesa desovadora diseñada para controlar los movimientos violentos del pez fuera del agua. A continuación con los dedos pulgar e índice se efectuó una ligera presión en la parte ventral del pez de arriba-abajo orientándolo hacia el poro genital hasta extraer todos los óvulos en un recipiente. Para este método se tomaron 3 reproductores.

5.4.2.2 DESOVE POR INYECCIÓN DE OXÍGENO

Se cogieron las hembras seleccionadas una por una como en el método anterior para ser colocada en la mesa desovadora en posición de desove. A continuación se le inyectó en la zona ventral (cavidad abdominal) una aguja hipodérmica de calibre 18 y 2,5 cm. de longitud, la que estaba unida a una manguera y ésta a un tanque de oxígeno con su respectivo manómetro. Luego se abrió la llave del tanque y las ovas fueron recibidas en un depósito.

La distribución de reproductores para el desove por este método fué la siguiente:

Para Presión 1 (1,5 lb/pulg²) se tomaron 3 reproductores

Para Presión 2 (2,5 lb/pulg²) se tomaron 3 reproductores.

NOTA: En el macho la ordeña se realizó únicamente por compresión manual y se utilizaron 3 reproductores machos en forma aleatoria.

5.4.3 FERTILIZACIÓN

El método de fertilización utilizado en este trabajo experimental fue el Método Mixto en todos los tratamientos. Después que las ovas han sido recibidas en un recipiente-colador, estas son lavadas con una solución salina al 1% mediante una regadera. Luego las ovas son vaciadas en un tazón seco y son rociadas con la leche del macho(semen) para ser mezclados suavemente con una pluma de ave, dejándolo reposar por 5 minutos. A continuación se realizó el lavado de los huevos hasta que desapareció el aspecto lechoso. Finalmente dejamos reposar los huevos en un balde con agua limpia para la hidratación por un tiempo de 30 minutos.

5.4.4 CONTEO DE HUEVOS

Para el conteo se utilizó el método Von Bayer que consiste en colocar los huevos en una canaleta pequeña de 12 pulgadas de forma rectangular. Con un fondo o cubierta triangular.

La forma triangular permitió que los huevos formen una fila sin sobreposición para el conteo. El conteo se realizó varias veces para sacar un promedio, luego con este promedio se verificó en la tabla de Von Bayer el número de huevos por litro y el diámetro de las mismas. Después medimos el volumen de los huevos y calculamos el número total de huevos multiplicando el número de huevos por litro (tabla) por el volumen de los huevos.

5.4.5 INCUBACIÓN

La incubación es de tipo horizontal cuyos bastidores tienen una dimensión de 30 x 50 x 14,5 cm. La distribución de los huevos en los bastidores fue la siguiente:

Cada bastidor dividido en 3 secciones representa a 3 reproductores recibiendo un tratamiento (C, P1 ó P2), haciendo un total de 1500 huevos por bastidor es decir 500 huevos por sección ó reproductor.

En total se usaron 3 bastidores representando a 9 reproductores.

En la etapa de incubación se tuvo los siguientes cuidados:

- Baja iluminación en la sala de incubación.
- Control diario en toma de temperatura, 3 veces al día 8:00, 13:00, 18:00 horas.
- Control diario en toma de pH y oxígeno, 1 vez al día
- Medición de caudal mensual.
- Se evitó la manipulación y al mismo tiempo se realizó la desinfección de los huevos con formol al 40% en baños estáticos de 15 ml. por bastidor durante 5 minutos al día, desde el 1° día hasta la etapa de huevos con ojos el cual se dio el día 25 es decir a los 221,5 grados día.
- Después de esta etapa se asegura que los huevos ya pueden resistir la manipulación, del conteo y el retiro diario de huevos muertos con un succionador.

5.4.6 ECLOSIÓN

La eclosión de los huevos comenzó el día 38 y terminó el día 41 es decir entre los (336,68 – 363,26) grados día.

CAPITULO VI

RESULTADOS

6.1 PESO DE REPRODUCTORES

- Para el grupo de tratamiento por compresión manual (C), se registraron los siguientes pesos por reproductor 3,50, 3,20 y 2,60 Kg. respectivamente, originando un promedio de $3,10 \pm 0,46$ Kg. de peso.
- Para el grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P1), se registraron los siguientes pesos por reproductor 3,40, 2,90 y 2,75 Kg. respectivamente, originando un promedio de $3,02 \pm 0,34$ Kg. de peso.
- Para el grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P2), se registraron los siguientes pesos por reproductor 3,25, 3,15 y 2,80 Kg. respectivamente, originando un promedio de $3,07 \pm 0,24$ Kg. de peso. (Cuadro N° 1 y gráfico N° 1).
- El análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de confianza de $\alpha=0,05$ determinó que no existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento (C, P1 y P2), respecto a los pesos de reproductores.
(Cuadro N° 1A).

6.2 TIEMPO DE DESOVE

- Para el grupo de tratamiento por compresión manual (C), se registraron los siguientes tiempos de desove por reproductor 50, 53 y 58 segundos respectivamente, originando un promedio de $53,67 \pm 4,04$ segundos.
- Para el grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P1), se registraron los siguientes tiempos de desove por reproductor 30, 26 y 28 segundos respectivamente, originando un promedio de 28 ± 2 segundos.

- Para el grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P2), se registraron los siguientes tiempos de desove por reproductor 21, 19 y 18 segundos respectivamente, originando un promedio de $19,33 \pm 1,53$ segundos.
(Cuadro N° 2 y gráfico N° 2).
- El análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de confianza de $\alpha=0,05$ determinó que existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento (C, P1 y P2), respecto a los tiempos de desove. (Cuadro N° 2A).

6.3 PESO DE OVAS POR REPRODUCTOR

- Para el grupo de tratamiento por compresión manual (C), se registraron los siguientes pesos de ovas emitidas por reproductor 0,290, 0,200 y 0,300 Kg. respectivamente, originando un promedio de $0,263 \pm 0,06$ Kg. de peso.
- Para el grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P1), se registraron los siguientes pesos de ovas emitidas por reproductor 0,360, 0,375 y 0,380 Kg. respectivamente, originando un promedio de $0,372 \pm 0,01$ Kg. de peso.
- Para el grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P2), se registraron los siguientes pesos de ovas emitidas por reproductor 0,310, 0,290 y 0,325 Kg. respectivamente, originando un promedio de $0,308 \pm 0,02$ Kg. de peso.
(Cuadro N° 3 y gráfico N° 3).
- El análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de confianza de $\alpha=0,05$ determinó que existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento (C, P1 y P2), respecto al peso en Kg. de ovas emitidas. (Cuadro N° 3A).

6.4 CANTIDAD DE HUEVOS POR REPRODUCTOR

- Para el grupo de tratamiento por compresión manual (C), se registraron las siguientes unidades de huevos por reproductor:

Del 1° reproductor la cantidad de huevos contabilizados en la canaleta de Von Bayer fue 64 unidades con un volumen total de huevos obtenidos de 350 ml., cada huevo con un diámetro de 4,77 mm., dando como resultado un total de 3762 huevos.

Del 2° reproductor la cantidad de huevos contabilizados en la canaleta de Von Bayer fué 68 unidades con un volumen total de huevos obtenidos de 300 ml., cada huevo con un diámetro de 4,49 mm., dando como resultado un total de 3870 huevos.

Del 3° reproductor la cantidad de huevos contabilizados en la canaleta de Von Bayer fué 61 unidades con un volumen total de huevos obtenidos de 450 ml., cada huevo con un diámetro de 5,00 mm., dando como resultado un total de 4212 huevos.

En conclusión originando un promedio en cantidad de huevos de $3948 \pm 234,92$ unidades.

- Para el grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P1), se registraron las siguientes unidades de huevos por reproductor:

Del 1° reproductor la cantidad de huevos contabilizados en la canaleta de Von Bayer fue 64 unidades con un volumen total de huevos obtenidos de 500 ml., cada huevo con un diámetro de 4,77 mm., dando como resultado un total de 5375 huevos.

Del 2° reproductor la cantidad de huevos contabilizados en la canaleta de Von Bayer fue 59 unidades con un volumen total de huevos obtenidos de 530 ml., cada huevo con un diámetro de 5,16 mm., dando como resultado un total de 4532 huevos.

Del 3° reproductor la cantidad de huevos contabilizados en la canaleta de Von Bayer fue 60 unidades con un volumen total de huevos obtenidos de 550 ml., cada huevo con un diámetro de 5,08 mm., dando como resultado un total de 4922 huevos.

En conclusión originando un promedio en cantidad de huevos de $4943 \pm 421,89$ unidades.

- Para el grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P2), se registraron las siguientes unidades de huevos por reproductor:

Del 1° reproductor la cantidad de huevos contabilizados en la canaleta de Von Bayer fue 63 unidades con un volumen total de huevos obtenidos de 350 ml., cada huevo con un diámetro de 4,85 mm., dando como resultado un total de 3591 huevos.

Del 2° reproductor la cantidad de huevos contabilizados en la canaleta de Von Bayer fue 67 unidades con un volumen total de huevos obtenidos de 375 ml., cada huevo con un diámetro de 4,54 mm., dando como resultado un total de 4678 huevos.

Del 3° reproductor la cantidad de huevos contabilizados en la canaleta de Von Bayer fue 62 unidades con un volumen total de huevos obtenidos de 370 ml., cada huevo con un diámetro de 4,92 mm. dando como resultado un total de 2940 huevos.

En conclusión originando un promedio en cantidad de huevos de $3736,33 \pm 878,07$ unidades. (Cuadro N° 4 y gráfico N° 4).

- El análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de confianza de $\alpha=0,05$ determinó que no existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento (C, P1 y P2), respecto a la cantidad de huevos obtenidos de los reproductores. (Cuadro N° 4A).

6.5 HUEVOS CON OJOS

- Para el grupo de tratamiento por compresión manual (C), de las 500 muestras por reproductor puestas en incubación se registraron las siguientes unidades de huevos con ojos 409, 397 y 413 unidades respectivamente, originando un promedio de $406,33 \pm 8,33$ unidades y obteniendo un porcentaje de huevos con ojos de 81,8, 79,4 y 82,6 % respectivamente, con un promedio de $81,27 \pm 1,67$ %.
- Para el grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P1), de las 500 muestras por reproductor puestas en incubación se registraron las siguientes unidades de huevos con ojos 487, 485 y 463 unidades respectivamente, originando un promedio de $478,33 \pm 13,32$ unidades y obteniendo un porcentaje de huevos con ojos de

97,4, 97,0 y 92,6 % respectivamente, con un promedio de $95,67 \pm 2,66$ %.

- Para el grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P2), de las 500 muestras por reproductor puestas en incubación se registraron las siguientes unidades de huevos con ojos 439, 425 y 432 unidades respectivamente, originando un promedio de $432 \pm 7,0$ unidades y obteniendo un porcentaje de huevos con ojos de 87,8, 85,0 y 86,4 % respectivamente, con un promedio de $86,4 \pm 1,4$ %.
(Cuadro N° 5 y gráfico N° 5)
- El análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de confianza de $\alpha=0,05$ determinó que existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento (C, P1 y P2), respecto a la cantidad de huevos con ojos obtenidos en las incubadoras (Cuadro N° 5A).

6.6 HUEVOS ECLOSIONADOS

- Para el grupo de tratamiento por compresión manual (C), de las 500 muestras por reproductor puestas en incubación se registraron las siguientes unidades de huevos eclosionados 375, 352 y 380 unidades respectivamente, originando un promedio de $369 \pm 14,93$ unidades y obteniendo un porcentaje de huevos eclosionados de 75,0, 70,4 y 76,0 % respectivamente, con un promedio de $73,8 \pm 2,99$ %.
- Para el grupo tratamiento por inyección de oxígeno (P1), de las 500 muestras por reproductor puestas en incubación se registraron las siguientes unidades de huevos eclosionados 457, 468 y 444 unidades respectivamente, originando un promedio de $456,33 \pm 12,01$ unidades y obteniendo un porcentaje de huevos eclosionados de 91,4, 93,6 y 88,8 % respectivamente, con un promedio de $91,27 \pm 2,4$ %.
- Para el grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P2), de las 500 muestras por reproductor puestas en incubación se registraron las siguientes unidades de huevos eclosionados 398, 409 y 391

unidades respectivamente, originando un promedio de $399,33 \pm 9,07$ unidades y obteniendo un porcentaje de huevos eclosionados de 79,6, 81,8 y 78,2 % respectivamente, con un promedio de $79,87 \pm 1,81$ %. (Cuadro N° 6 y gráfico N° 6).

- El análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de confianza de $\alpha=0,05$ determinó que existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento (C, P1 y P2), respecto a la cantidad de huevos eclosionados obtenidos en las incubadoras (Cuadro N° 6A).

6.7 PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO DEL AGUA

6.7.1 TEMPERATURA

La temperatura del agua fue medida 3 veces al día 08:00, 13:00, 18:00 horas obteniéndose los siguientes promedios:

08:00 horas $7,73$ °C.

13:00 horas $9,72$ °C.

18:00 horas $9,12$ °C.

Obteniéndose como promedio total de temperatura $8,86$ °C.

(Cuadro N° 7)

6.7.2 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

El pH fue medido 1 vez al día a diferentes horas al tener en cuenta que no había variación significativa durante el día.

El promedio total del pH fue de $7,74$. (Cuadro N° 7)

6.7.3 OXÍGENO DISUELTO (O₂)

El oxígeno disuelto fue medido una vez al día. El promedio total del Oxígeno disuelto fue de $8,14$ mg/l. (Cuadro N° 7)

6.7.4 CAUDAL

El caudal del agua en las incubadoras fue $0,52$ l / min.

CAPITULO VII

DISCUSIONES

Según los resultados podemos decir que los pesos de reproductores por grupos de tratamiento (C, P1, P2), obtuvieron como promedio $3,10 \pm 0,46$, $3,02 \pm 0,34$ y $3,07 \pm 0,24$ Kg. de peso respectivamente. Además el análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de confianza de $\alpha=0,05$ indica que no existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento respecto al peso de reproductores.

Esto esta de acuerdo a lo indicado por BLANCO, 1995 que el peso de los reproductores estan entre 2 a 4 Kg. Donde producen la mayor cantidad de y calidad de ovas.

En lo referente al tiempo de desove de los reproductores hembras el promedio por grupo de tratamiento (C, P1, P2) fue $53,67 \pm 4,04$, $28 \pm 0,2$ y $19,33 \pm 1,53$ segundos respectivamente. Además el análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de confianza de $\alpha=0,05$ indica que existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento respecto al tiempo de desove.

Según BLANCO, 1995 las maniobras deben evitar herir o dañar la piel del pez, así como sus órganos internos. Todo ello debe ser realizado tan rápido como sea posible, al objeto de conseguir una recuperación rápida del pez.

Respecto al tiempo de desove por compresión manual, según DIRIPE-JUNIN, 2002 el tiempo promedio para desovar una trucha es 50 segundos.

En nuestro experimento el tiempo promedio de desove por inyección de oxígeno es más rápido que el que el tiempo promedio por compresión manual, por lo tanto el pez se recuperará rápidamente al estar menos tiempo fuera del agua.

Los promedios de pesos de ovas por grupo de tratamiento (C, P1, P2) fue $0,263 \pm 0,06$, $0,372 \pm 0,01$ y $0,308 \pm 0,02$ Kg. respectivamente. Además el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de $\alpha = 0,05$ indica que existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento respecto al peso de ovas emitidas.

También los promedios de diámetro y cantidad de huevos por grupo de tratamiento (C, P1, P2) fue en (C) con 4,75 mm. de diámetro y $3948 \pm 234,92$ huevos, en (P1) con 5,00 mm. de diámetro y $4943 \pm 421,89$ huevos y en (P2) con 4,77 mm. de diámetro y $3736 \pm 878,07$ huevos. Además el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de $\alpha = 0,05$ indica que no existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento.

Según Rosado y Erazo el diámetro de las ovas de trucha oscila entre 3 y los 6 mm.

Podemos indicar que los diámetros de huevos emitidos por reproductor están dentro del rango establecido por el autor.

Según Blanco, Tanto el número de óvulos producidos como su tamaño son factores que se encuentran muy ligados entre sí dependen fundamentalmente del tamaño físico y edad del pez.

En nuestro trabajo experimental los pesos de reproductores no tuvieron diferencia significativa de igual forma el número de óvulos como el diámetro del mismo.

En la cantidad de huevos con ojos el promedio de supervivencia en porcentaje por grupo de tratamiento (C, P1, P2) fue $81,27 \pm 1,67\%$, $95,67 \pm 2,66\%$ y $86,4 \pm 1,4\%$ respectivamente. Además el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de $\alpha = 0,05$ indica que existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento.

Según Blanco, se ha establecido como media que en el estadio que sigue inmediatamente después de la aparición de los ojos, persisten vivos el 80% del lote inicial y que el valor más alto al considerar varias piscifactorías fue del 83%.

Notamos en nuestro trabajo que el grupo de tratamiento (C) esta dentro del rango indicado por el autor y que (P1) tiene mayor numero de huevos vivos que (P2).

En la cantidad de huevos eclosionados (larvas) el promedio de supervivencia en porcentaje por grupo de tratamiento (C, P1, P2) fue $73,8 \pm 2,99\%$, $91,27 \pm 2,40\%$, $79,87 \pm 1,81\%$ respectivamente. Además el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de $\alpha = 0,05$ indica que existe diferencia significativa entre los grupos de tratamiento.

Según Blanco, El 75% del lote inicial llegan a la etapa de eclosión.

Vemos que el grupo de tratamiento (C) se encuentra ligeramente por debajo de lo que indicado por el autor y que tanto (P1) como (P2) están por encima. También vemos que (P1) obtuvo mayor numero de huevos eclosionados (larvas) que (P2).

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

- El grupo de tratamiento por compresión manual (C) obtuvo como promedio de tiempo de desove $53,67 \pm 4,04$ segundos.
- El grupo de tratamiento por compresión manual (P1) obtuvo como promedio de tiempo de desove $28,67 \pm 0,2$ segundos.
- El grupo de tratamiento por compresión manual (P2) obtuvo como promedio de tiempo de desove $19,33 \pm 1,53$ segundos.
- El grupo de tratamiento por compresión manual (C) obtuvo como promedio de huevos con ojos $81,27 \pm 1,67\%$
- El grupo de tratamiento por compresión manual (P1) obtuvo como promedio de huevos con ojos $95,67 \pm 2,66\%$
- El grupo de tratamiento por compresión manual (P2) obtuvo como promedio de huevos con ojos $86,4 \pm 1,4\%$
- El grupo de tratamiento por compresión manual (C) obtuvo como promedio de huevos eclosionados (larvas) $73,8 \pm 2,99\%$
- El grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P1) obtuvo como promedio de huevos eclosionados (larvas) $91,27 \pm 2,40\%$
- El grupo de tratamiento por inyección de oxígeno (P2) obtuvo como promedio de huevos eclosionados (larvas) $79,87 \pm 1,81\%$
- En conclusión el desove por inyección de oxígeno (P1) obtuvo ovas más integras sin ser dañadas en su recepción y como resultado un mayor porcentaje de huevos con ojos así como huevos eclosionados (larvas) en comparación al tratamiento experimental por inyección de oxígeno (P2) y compresión manual (C).

CAPITULO IX

RECOMENDACIONES

- El desove por inyección de oxígeno no es complicado pero si requiere de dos personas como mínimo para un mejor manejo de operación. También es necesario tener todos los equipos y materiales adecuados.
- Es recomendable desechar la aguja hipodérmica después de la jornada diaria.
- El desove por inyección puede ser usado en otras especies cuya reproducción sea similar a la trucha.
- Debe expulsarse el oxígeno introducido al pez comprimiendo su abdomen antes de ser devuelto al agua.
- Tener el cuidado necesario de los huevos en la sala de incubación como desinfección, evitar la manipulación y una baja iluminación.

CAPITULO X

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. ARRIGNON, JACQUES; 1979 Ecología y Piscicultura de Aguas Dulces. Ediciones Mundi-Prensa Madrid – España. Pág. (192)^{1,2}, (193)³, (194)⁴.
2. BARDACH, JOHN; 1986 Acuicultura. AGT editor S. A. México. Pág. (330)^{2,3}, (331)^{1,4}.
3. BARNABÉ GILBERT; 1996 Bases Biológicas y Ecológicas de Acuicultura. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. Pág. (375)³, (376)², (377)¹.
4. BLANCO CARMEN; 1995 La trucha Cría Industrial. Ediciones Mundi-Prensa Madrid – España. Pág. (39)¹, (40)¹⁰, (41)¹¹, (41-42)², (42)³, (43)^{12, 13}, (44)^{18, 32}, (45)¹⁷, (47)^{14, 15, 16}, (47-48)³⁰, (54)²⁴, (61)^{4,5}, (72)⁶, (73)⁷, (75)⁸, (79)⁹, (125)^{22, 23}, (127)²⁰, (130)²⁵, (132)^{28, 29}, (136)²¹, (139)¹⁹, (150)³¹, (154)²⁶, (155)^{27, 36}, (166-167)³³, (162)³⁴, (163)³⁵, (167)³⁶.
5. CARRETERO I., 2002 Técnico en Piscifactorías. Ediciones Cultura s. a. Madrid – España. Pág. (175)¹.

6. COLL JULIO; 1986 Acuicultura Marina Animal. Ediciones Mundi-Prensa España. Pág. (242)¹.
7. DIRECCIÓN REGIONAL DE PESQUERÍA (DIRIPE); 2002 Manual de Crianza de Truchas en Ambientes Controlados. I.T. "El Ingenio" Huancayo – Perú
8. DRUMMOND, STEPHEN; 1988 Cría de la Trucha. Editorial Acribia Zaragoza – España. Pág. (5)², (7)¹.
9. FROST Y BROWN; 1971 La Trucha. Editorial Academia S.L. España. Pág.(80)², (81)¹
10. GODOY MANUEL; 2003 Truchicultura. Producciones GAMA Ayacucho – Perú. Pág. (44)¹, (48)², (49)³, (49-50)⁴, (50)⁵, (51)⁶, ⁷, (112)⁸, (113)^{9,10}, (114)^{11, 12}, (118)^{13, 14}, (120)^{15, 16}.
11. HERNANDEZ ROBERTO; 1998 Metodología de la investigación científica. Editorial Mc Graw Hill Interamericana México Pág. 21
12. HUET MARCEL; 1983 Tratado de piscicultura. Ediciones Mundi-Prensa 2da Edición Madrid – España Pág. (106)¹, (108)^{2, 4, 5}, (109)⁶, (112)³, (115)^{7, 8, 9}, (117)^{10, 11}, (119)¹², (132)¹³.

13. ROMERO JUAN; 2003 Tesis "Uso y Comparación de Tratamiento Profiláctico en Ovas Galaxias malucatus para mejorar la supervivencia embrionaria a eclosión. Universidad Católica de Temuco Facultad de Acuicultura y C. V. Veterinarias Chile.
<http://biblioteca.uct.cl/tesis/tesis-juan-romero-cofre.pdf> Pág.(21)^{1, 2}
14. ROSADO Y ERAZO, 2001 Fundamentos de Acuicultura Continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura República de Colombia – Bogotá. Pág. (301)^{2, 3, 4, 5}, (302)¹, (304)⁶, (306)⁷, (309)^{8, 11}, (310)⁹
15. STEVENSON J., 1985 Manual de Cría de la Trucha. Editorial Acribia s. a. Zaragoza – España. Pág. (11)¹.
16. TURLI PASCUALE; 1970 Cultivo de la Trucha. Editorial Acribia S. A. Zaragoza – España Pág. (17)¹, (31-32)³, (32)², (60)⁴, (62-63)⁵, (68)⁶, (69)^{7, 8}.
17. VALDERRAMA S.,1999 Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica Editorial San Marcos Perú 1999 . Pág.143.

APÉNDICE

Cuadro N° 1

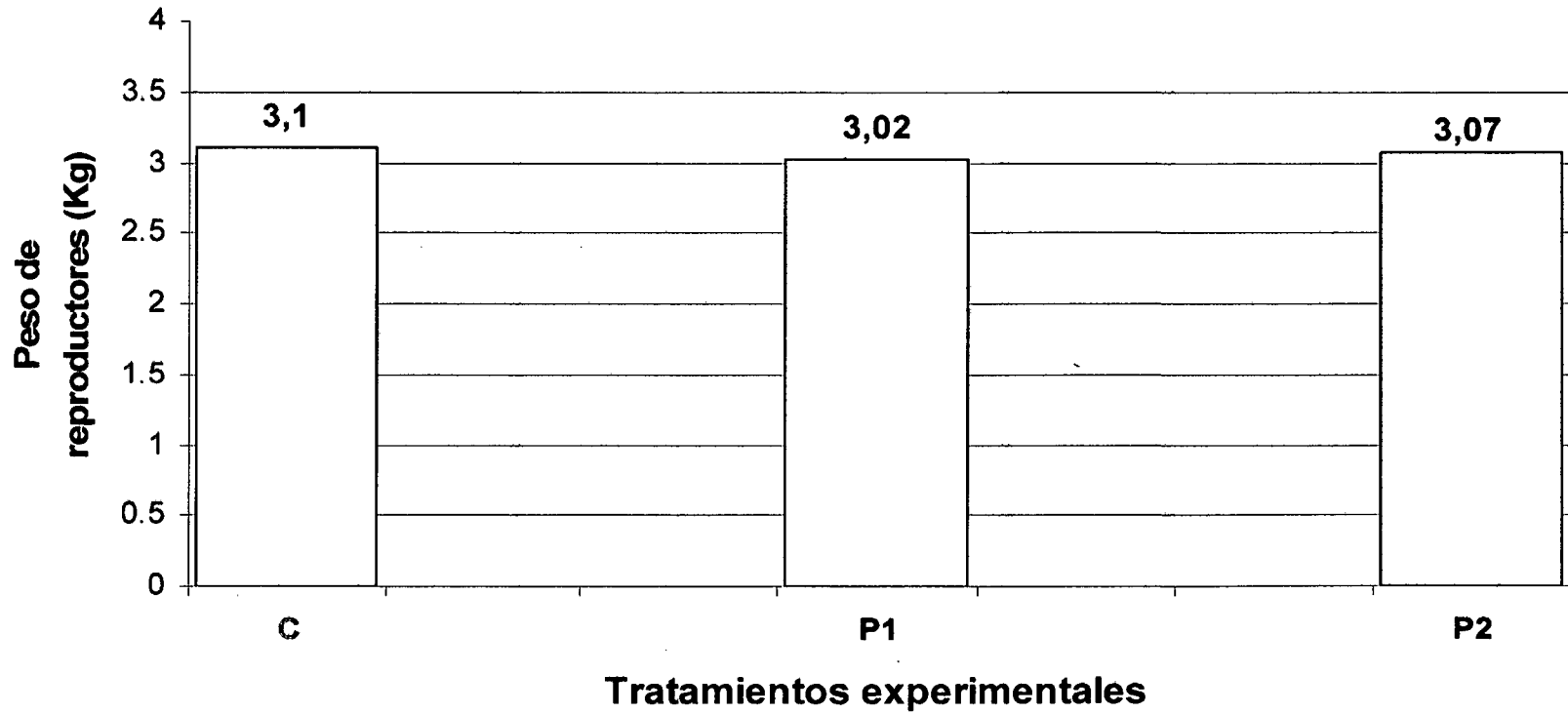
PESOS DE REPRODUCTORES (Trucha arco iris)

Tratamientos	Repeticiones	Peso por reproductor (Kg)	Promedio	Desviación Standard
C	1	3,50	3,1	0,46
	2	3,20		
	3	2,60		
P1	1	3,40	3,02	0,34
	2	2,90		
	3	2,75		
P2	1	3,25	3,07	0,24
	2	3,15		
	3	2,80		

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 1

PESO DE REPRODUCTORES (Trucha arco iris)
(Promedio por grupo de reproductores)



Cuadro N° 1A

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

PESOS DE REPRODUCTORES (Trucha arco iris)

Fuente de variación	Suma de los cuadrados(SC)	Grados de libertad(gl)	Media cuadrática(MC)	Relación(F)
Entre grupos de tratamiento	0,01	2	0,005	0,041
Error de muestreo	0,763	6	0,127	
Total	0,773	8		

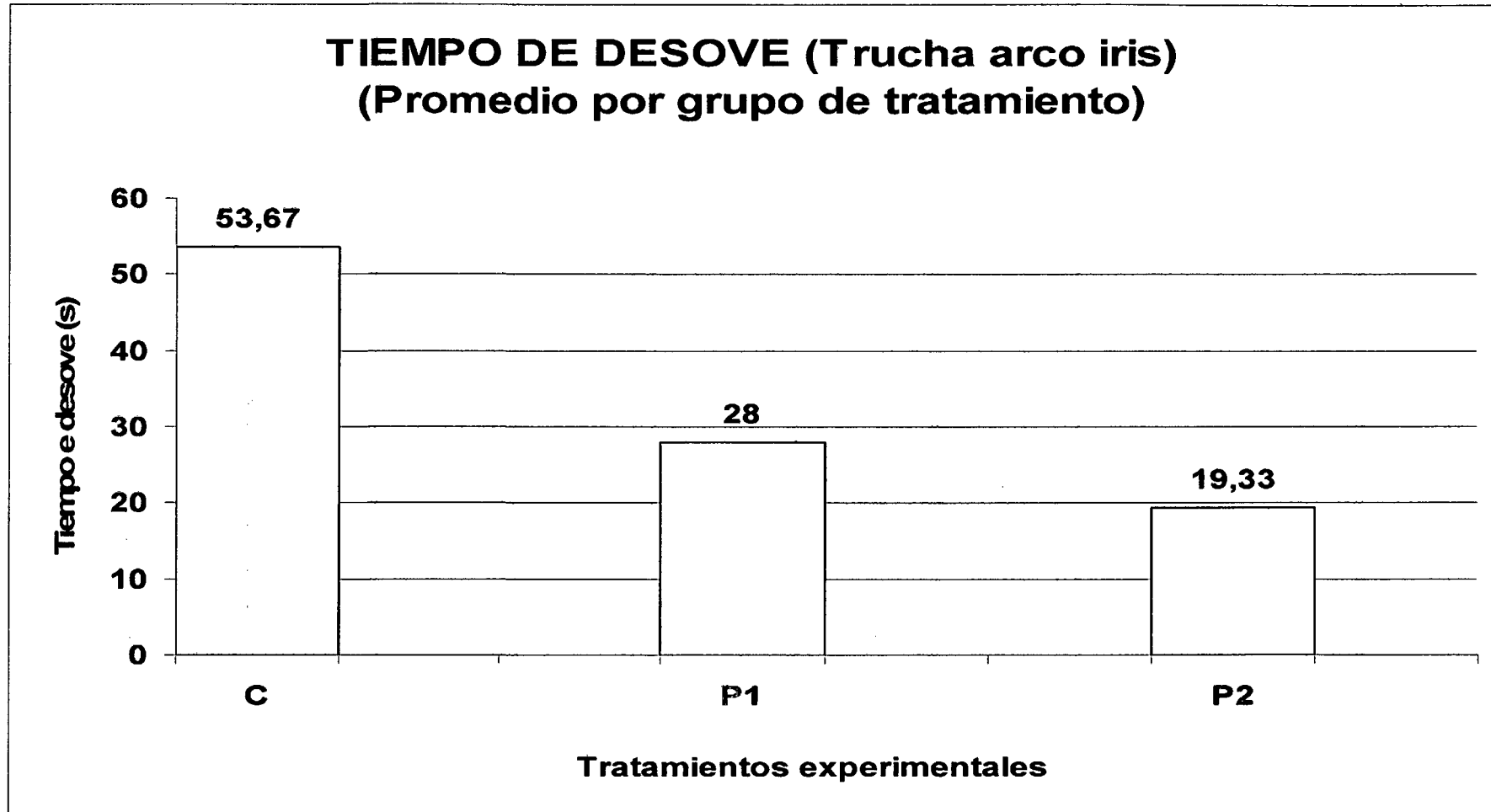
Cuadro N° 2

TIEMPO DE DESOVE (Trucha Arco iris)

Tratamientos	Repeticiones	Tiempo de desove (s)	Promedio	Desviación Standard
C	1	50	53,67	4,04
	2	53		
	3	58		
P1	1	30	28	2
	2	26		
	3	28		
P2	1	21	19,33	1,53
	2	19		
	3	18		

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 2



Cuadro N° 2A

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

TIEMPO DE DESOVE (Trucha arco iris)

Fuente de variación	Suma de los cuadrados(SC)	Grados de libertad(gl)	Media cuadrática(MC)	Relación(F)
Entre grupos de tratamiento	1913,35	2	956,68	126,54
Error de muestreo	45,34	6	7,56	
Total	1958,69	8		

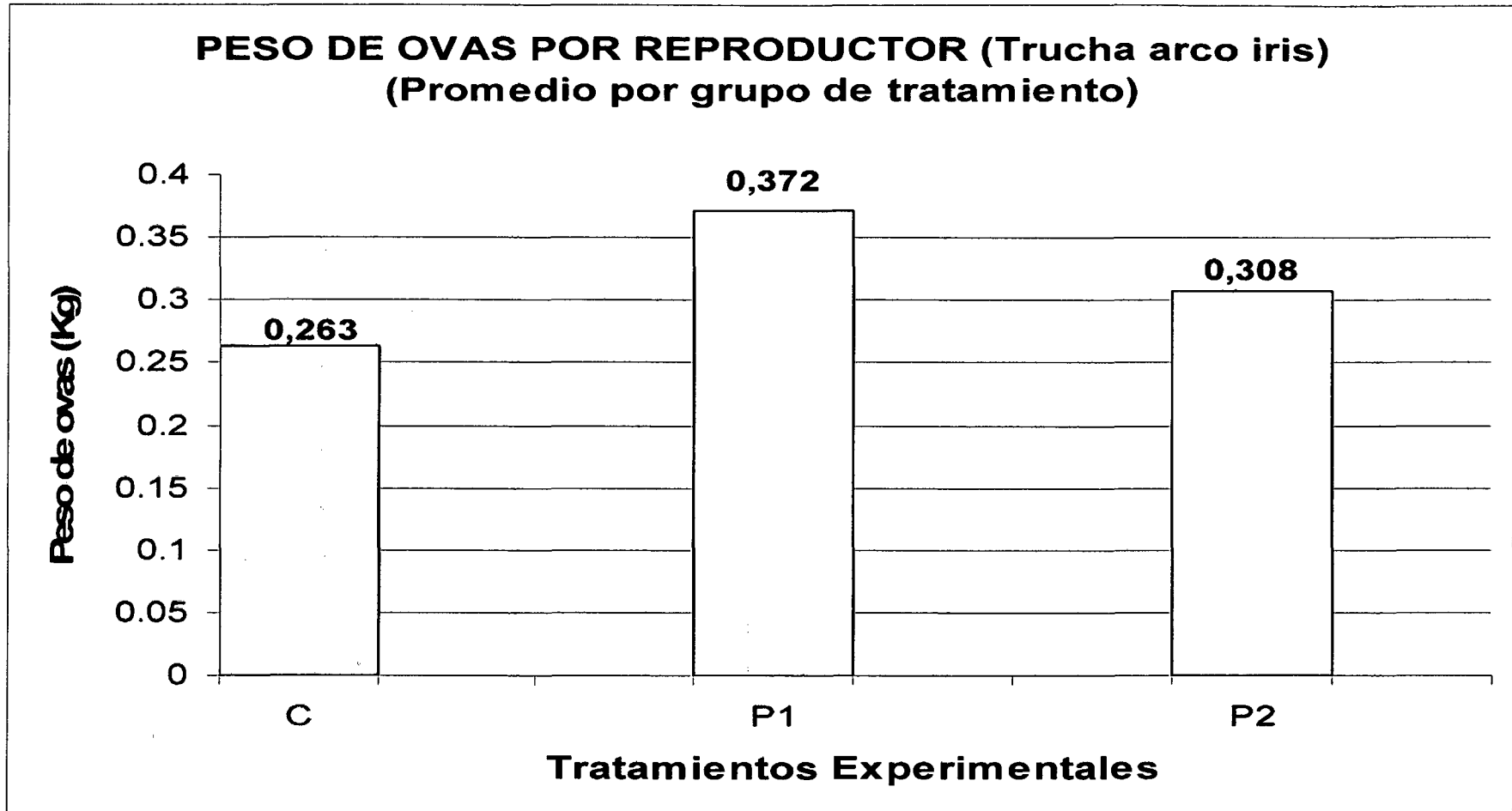
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 3

PESO DE OVAS POR REPRODUCTOR (Trucha arco iris)

Tratamientos	Repeticiones	Peso de ovas (kg)	Promedio	Desviación Standard
C	1	0,290	0,263	0,06
	2	0,200		
	3	0,300		
P1	1	0,360	0,372	0,01
	2	0,375		
	3	0,380		
P2	1	0,310	0,308	0,02
	2	0,290		
	3	0,325		

Gráfico N° 3



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 3A

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

PESO DE OVAS POR REPRODUCTOR (Trucha arco iris)

Fuente de variación	Suma de los cuadrados(SC)	Grados de libertad(gl)	Media cuadrática(MC)	Relación(F)
Entre grupos de tratamiento	0,018	2	0,009	7,83
Error de muestreo	0,0069	6	0,00115	
Total	1958,69	8		

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 4

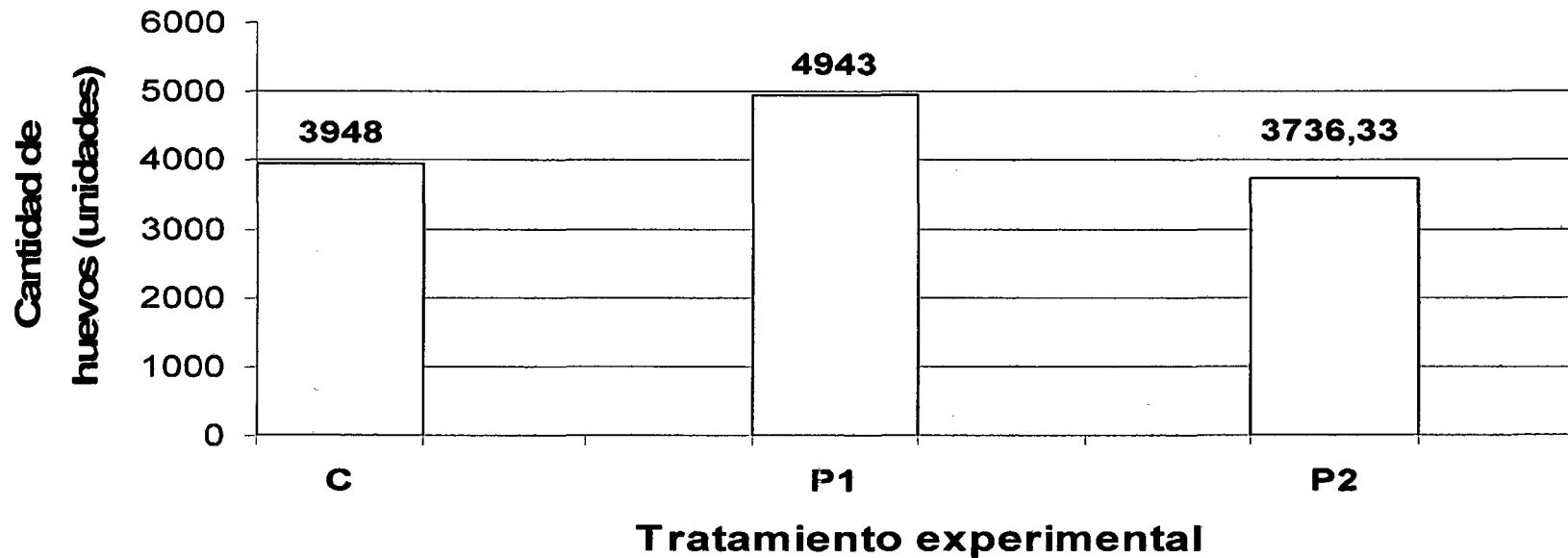
CANTIDAD DE HUEVOS POR REPRODUCTOR (Trucha arco iris)

Tratamientos	Repeticiones	Cantidad de huevos	Promedio	Desviación Standard
C	1	3762	3948	234,92
	2	3870		
	3	4212		
P1	1	5375	4943	421,89
	2	4532		
	3	4922		
P2	1	3591	3736,33	878,07
	2	4678		
	3	2940		

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 4

CANTIDAD DE HUEVOS POR REPRODUCTOR (Trucha arco iris) (Promedio por grupo de tratamiento)



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 4 A

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

CANTIDAD DE HUEVOS POR REPRODUCTOR (Trucha arco iris)

Fuente de variación	Suma de los cuadrados(SC)	Grados de libertad(gl)	Media cuadrática(MC)	Relación(F)
Entre grupos de tratamiento	2490881,68	2	1245440,84	3,72
Error de muestreo	2008366,67	6	334727,78	
Total	4499248,35	8		

Cuadro N° 5

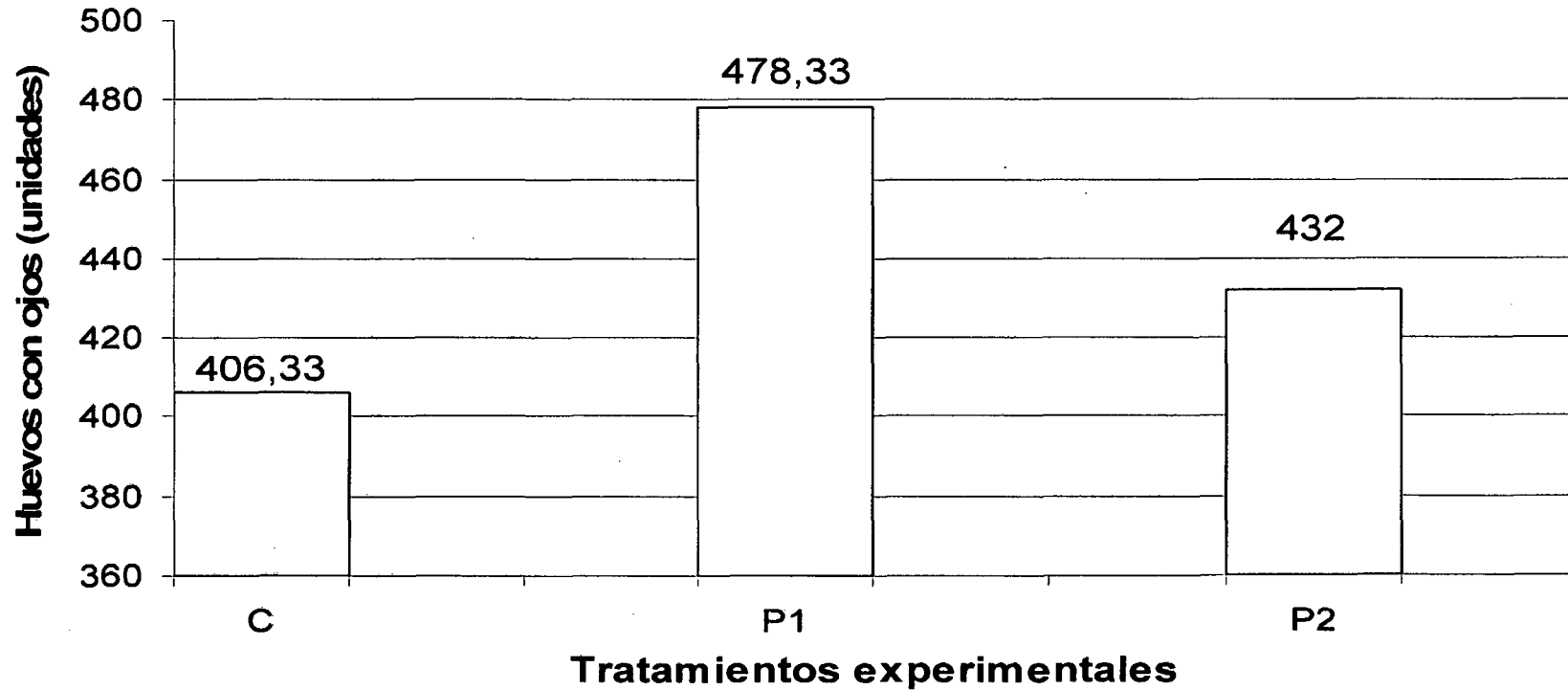
CANTIDAD Y PORCENTAJE DE HUEVOS CON OJOS (Trucha arco iris)

Tratamientos	Repeticiones	Cantidad de huevos	Promedio	Desviación Standard	% DE HUEVOS CON OJOS
C	1	409	406,33	8,33	81,8
	2	397			79,4
	3	413			82,6
P1	1	487	478,33	13,32	97,4
	2	485			97,0
	3	463			92,6
P2	1	439	432	7	87,8
	2	425			85,0
	3	432			86,4

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5

CANTIDAD DE HUEVOS CON OJOS (Trucha arco iris) (Promedio por grupo de tratamiento)



Cuadro N° 5 A

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

CANTIDAD DE HUEVOS CON OJOS (Trucha arco iris)

Fuente de variación	Suma de los cuadrados(SC)	Grados de libertad(gl)	Media cuadrática(MC)	Relación(F)
Entre grupos de tratamiento	7989,42	2	3994,71	40,53
Error de muestreo	591,34	6	98,56	
Total	8580,76	8		

77

Fuente: Elaboración Propia

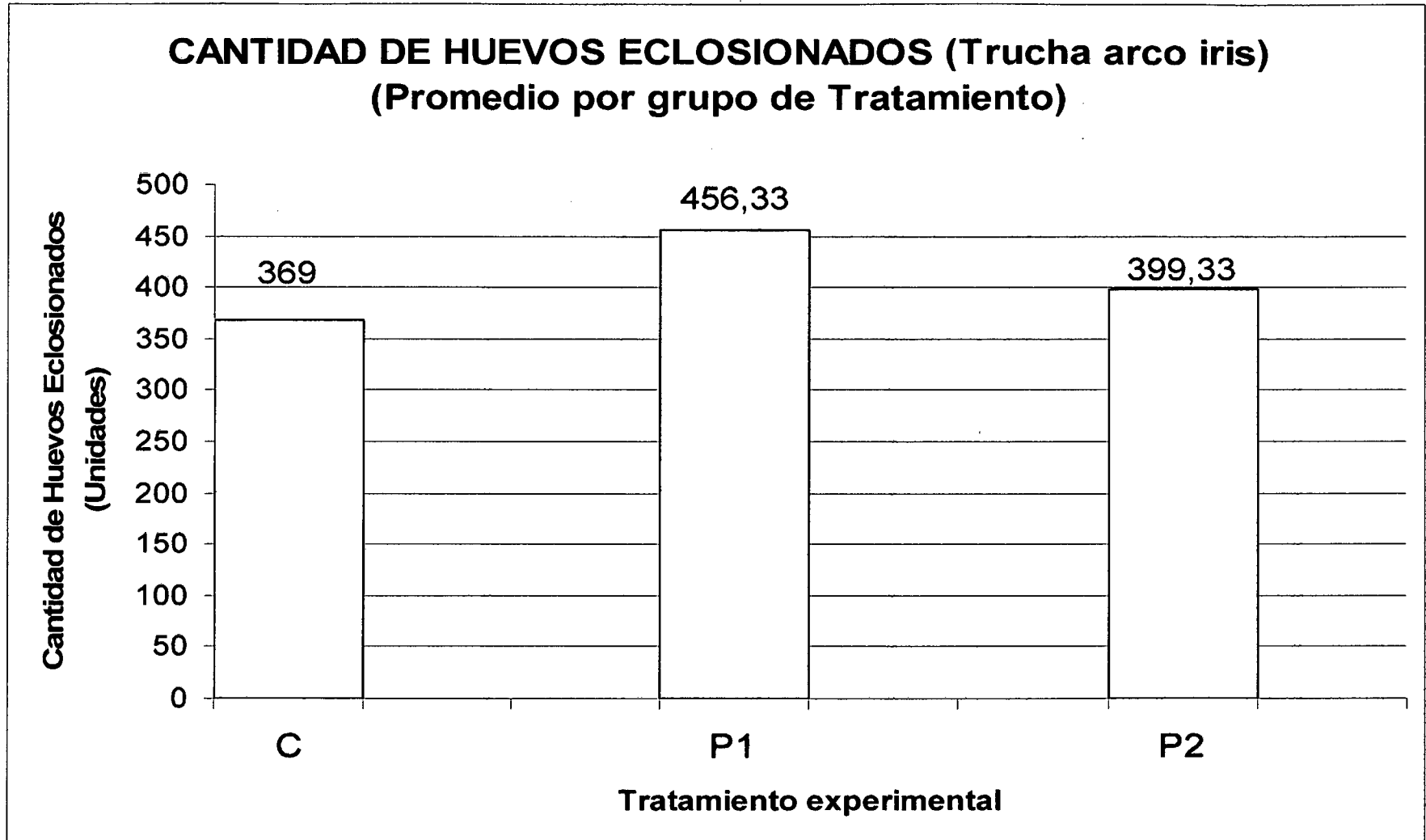
Cuadro N° 6

CANTIDAD Y PORCENTAJE DE HUEVOS ECLOSIONADOS (Trucha arco iris)

Tratamientos	Repeticiones	Cantidad de huevos	Promedio	Desviación Standard	% DE HUEVOS ECLOSIONADOS
C	1	375	369	14,93	75,0
	2	352			70,4
	3	380			76,0
P1	1	457	456,33	12,01	91,4
	2	468			93,6
	3	444			88,8
P2	1	398	399,33	9,07	79,6
	2	409			81,8
	3	391			78,2

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 6



Cuadro N° 6 A

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

CANTIDAD DE HUEVOS ECLOSIONADOS (Trucha arco iris)

Fuente de variación	Suma de los cuadrados(SC)	Grados de libertad(gl)	Media cuadrática(MC)	Relación(F)
Entre grupos de tratamiento	11795,44	2	5897,72	39,35
Error de muestreo	899,34	6	149,89	
Total	12694,78	8		

Cuadro N° 7

TEMPERATURA Y pH DEL AGUA

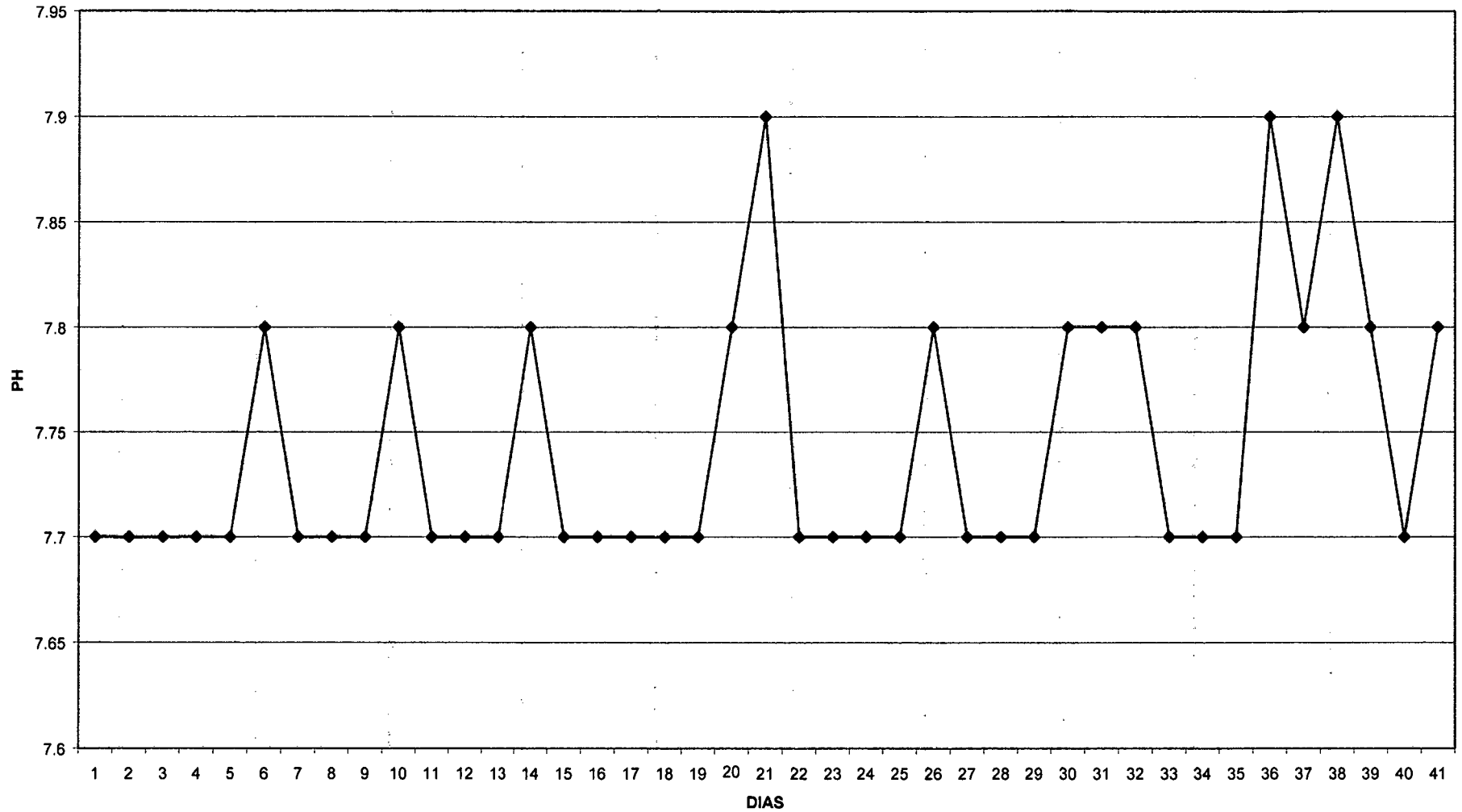
Dias	Hora	TEMPERATURA(°C)			pH	OXIGENO
		8:00 h.	13:00 h.	18:00 h.		
1		7,6	10,1	9,8	7,7	8.12
2		7,8	9,7	9,6	7,7	8.12
3		7,2	9,3	8,8	7,7	8.20
4		7,4	10,3	9,9	7,7	8.15
5		7,2	9,0	8,8	7,7	8.10
6		6,9	8,8	8,2	7,8	8.16
7		7,7	10,2	9,5	7,7	8.10
8		8,1	8,7	8,5	7,7	8.10
9		7,4	10,2	9,8	7,7	8.16
10		6,9	9,1	8,9	7,8	8.20
11		7,5	9,3	8,9	7,7	8.20
12		6,3	8,9	8,6	7,7	8.15
13		6,6	9,2	9,0	7,7	8.12
14		6,2	9,4	9,2	7,8	8.12
15		7,0	9,7	9,3	7,7	8.05
16		8,3	10,1	9,7	7,7	8.00
17		9,2	10,0	9,5	7,7	8.00
18		7,5	9,2	8,8	7,7	8.15
19		6,7	9,0	8,8	7,7	8.20
20		7,1	9,8	9,5	7,8	8.30
21		6,9	9,4	8,9	7,9	8.25

Dias	Hora	TEMPERATURA(°C)			pH	OXIGENO
		8:00 h.	13:00 h.	18:00 h.		
22		7,4	8,9	8,2	7,7	8.22
23		8,7	10,0	9,6	7,7	8.25
24		7,2	9,9	9,7	7,7	8.25
25		6,8	9,3	8,9	7,7	8.20
26		7,2	9,9	9,5	7,8	8.13
27		7,8	9,4	9,0	7,7	8.10
28		8,2	10,7	9,6	7,7	8.10
29		7,9	10,3	9,7	7,7	8.05
30		8,3	10,0	9,9	7,8	8.10
31		8,3	9,9	9,7	7,8	8.12
32		7,8	8,1	8,0	7,8	8.15
33		8,1	8,8	8,6	7,7	8.13
34		8,5	9,6	9,3	7,7	8.10
35		8,2	8,9	8,8	7,7	8.10
36		8,9	12,0	9,0	7,9	8.12
37		9,0	9,4	9,2	7,8	8.12
38		8,8	12,1	8,5	7,9	8.1
39		8,9	9,9	8,2	7,8	8.15
40		8,9	9,8	9,1	7,7	8.18
41		8,5	12,2	9,8	7,8	8.2
Promedio		7,73	9,72	9,12	7,74	8.14

Gráfico N° 7

VARIACIÓN DEL PH

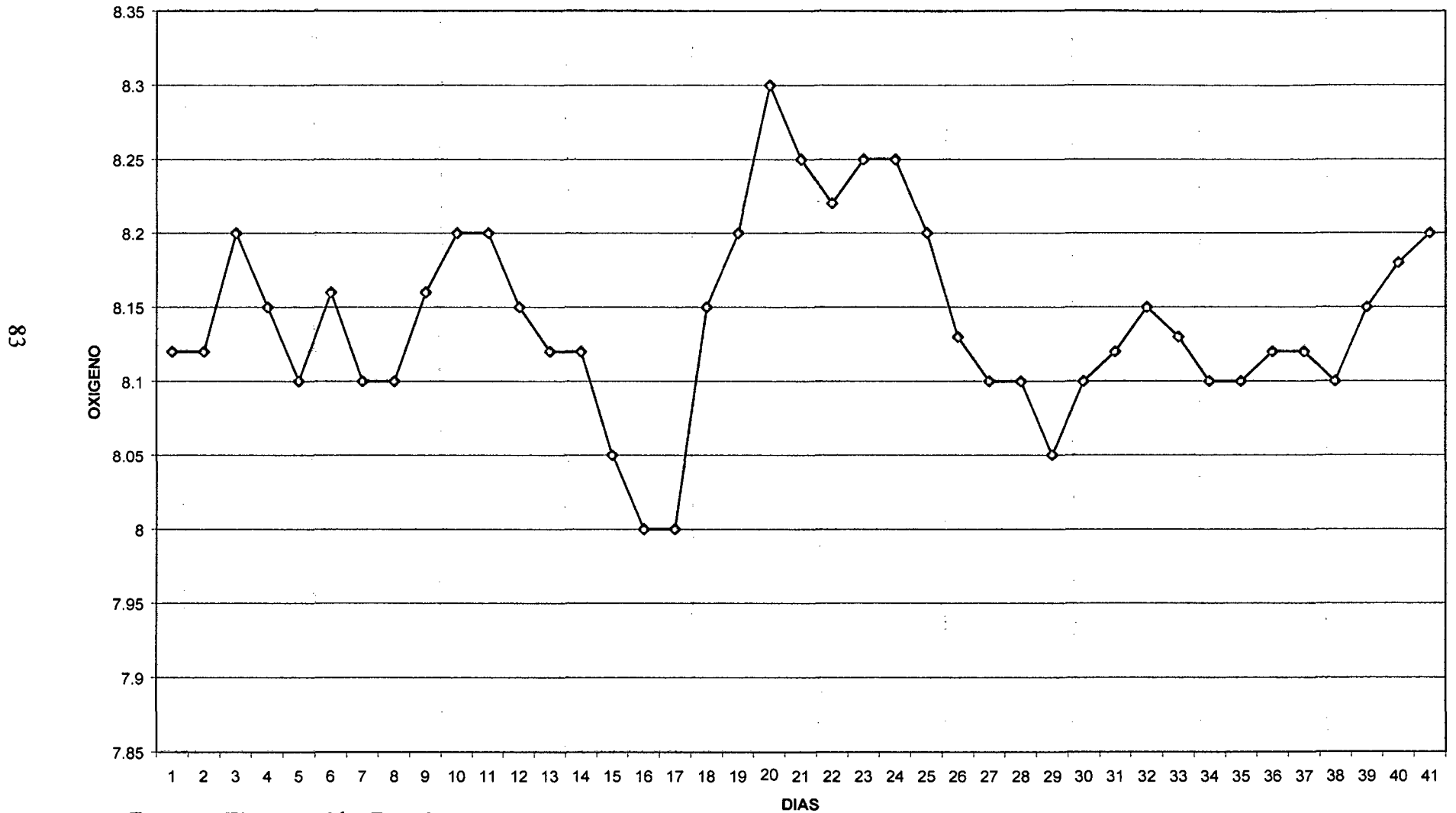
82



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 8

VARIACIÓN DEL OXIGENO DISUELTO EN EL AGUA



Fuente: Elaboración Propia

ANEXOS

FOTO N° 1

SELECCIÓN DE REPRODUCTORES Y VERIFICACIÓN DE LA MADUREZ GONADAL DE TRUCHA ARCO IRIS



Fuente: Elaboración Propia

FOTO N° 2

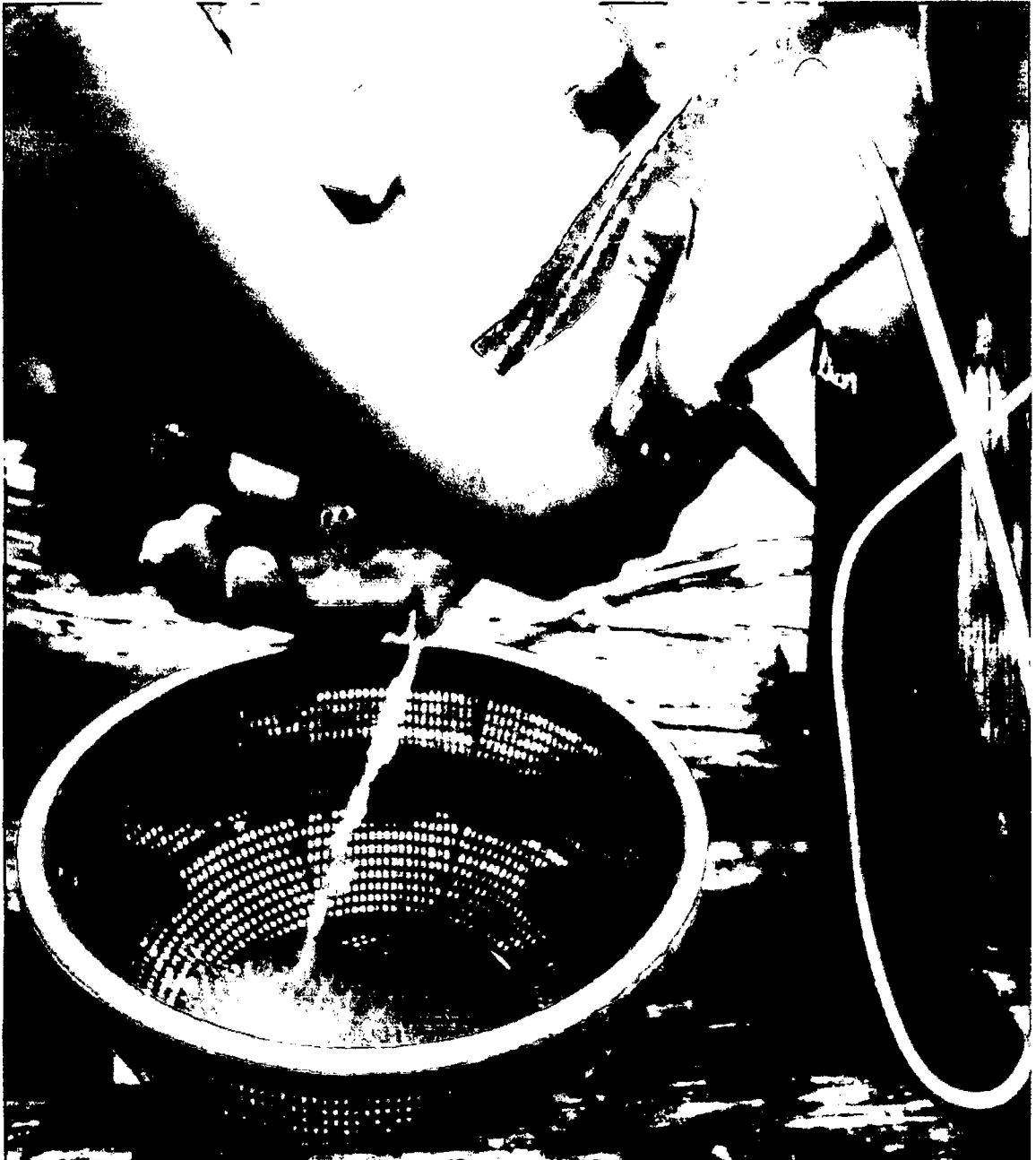
DESOVE DE TRUCHA ARCO IRIS POR COMPRESIÓN MANUAL



Fuente: Elaboración Propia

FOTO N° 3

DESOVE DE TRUCHA ARCO IRIS POR INYECCIÓN DE OXÍGENO



Fuente: Elaboración Propia

FOTO N° 4
ESPERMIACIÓN DE TRUCHA ARCO IRIS POR
COMPRESIÓN MANUAL



Fuente: Elaboración Propia

FOTO N° 5

FERTILIZACIÓN DE OVAS DE TRUCHA ARCO IRIS



Fuente: Elaboración Propia

FOTO N°6

INCUBACIÓN DE HUEVOS DE TRUCHA ARCO IRIS (Incubadoras Horizontales)



Fuente: Elaboración Propia