

MANEJO Y CONTROL DURANTE LA INCUBACION DE OVAS DE TRUCHA ARCO
IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN LA ESTACION PISCICOLA DE GUAIRAPUNGO,
CORREGIMIENTO DEL ENCANO, MUNICIPIO DE PASTO, COLOMBIA

JAIRO ANDRES CABRERA CAICEDO
DIEGO TOBIAS CHAVEZ GOYES
JAIRO EMILIO RIVERA FLORES

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA EN PRODUCCION ACUICOLA
PASTO – COLOMBIA
2001

**MANEJO Y CONTROL DURANTE LA INCUBACION DE OVAS DE TRUCHA ARCO
IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN LA ESTACION PISCICOLA DE GUAIRAPUNGO,
CORREGIMIENTO DEL ENCANO, MUNICIPIO DE PASTO, COLOMBIA**

**JAIRO ANDRES CABRERA CAICEDO
DIEGO TOBIAS CHAVEZ GOYES
JAIRO EMILIO RIVERA FLORES**

**Informe final práctica empresarial, presentado como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero en Producción Acuícola.**

**Asesor.
ARMANDO ARROYO OSORIO
Zootecnista.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA EN PRODUCCION ACUICOLA
PASTO – COLOMBIA
2001**

NOTA DE ACEPTACION

DR. ARIEL EMIRO GOMEZ.
Jurado Delegado.

DR. ALVARO BURGOS.
Jurado.

DR. ARMANDO ARROYO OSORIO.
Asesor.

San Juan de Pasto, Diciembre 7 del 2001

Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado, son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo 1°, del acuerdo N°. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

DEDICO A:

DIOS,

Mis Padres Isabel y Pedro,

Mis Hermanos Danny y Paulo,

Mi Compañera Diana Licette,

Mis Familiares y Amigos

JAIRO ANDRES CABRERA CAICEDO

DEDICO A:

DIOS,

Mi Hijo Diego Alejandro,

Mis Padres Luz María y Marco Tulio,

Mis Hermanos Luis, Alfonso, Libardo,

Guillermo y Eduardo,

Mi Compañera Janeth,

Mis Familiares y Amigos

DIEGO TOBIAS CHAVEZ GOYES

DEDICO A:

Mi Madre María del Socorro,

Mi Tío Mario,

Mis Familiares y Amigos

JAIRO EMILIO RIVERA FLOREZ

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sinceros agradecimientos a:

ARMANDO ARROYO,	Zootecnista.
ALVARO BURGOS,	Zootecnista.
MARCO ANTONIO IMUEZ,	Zootecnista.
LUCILA RIASCOS FORERO,	Bióloga.
JAIRO FERNANDO OLIVA,	Zootecnista.
JAIME RODRIGUEZ,	Ing. en Producción Acuícola.
SEGUNDO TARAPUEZ,	Operario estación Guairapungo.
NELLY INSUASTI,	Ing. en Producción Acuícola.
OSCAR MEJIA,	Economista.
PIEDAD MEJIA,	Secretaria.
ELSA CORINA GUERRERO,	Ing. en Producción Acuícola.

Corporación Autónoma Regional de Nariño
Facultad de Ciencias Pecuarias
Programa de Ingeniería en Producción Acuícola
Laboratorios Universidad de Nariño

Todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la realización y culminación de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCION	1
1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	3
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
3. OBJETIVOS	5
3.1 OBJETIVO GENERAL	5
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
4. MARCO TEORICO	7
4.1 HISTORIA DE LA ESTACION DE GUAIRAPUNGO	7
4.2 TAXONOMIA	8
4.3 PARAMETROS FISICO – QUIMICOS DEL AGUA PARA EL CULTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS	8
4.3.1 Temperatura	8
4.3.2 Oxígeno	10
4.3.3 Ph	11
4.3.4 Nitrógeno amoniacal	11
4.3.5 Dureza	12
4.3.6 Alcalinidad	12
4.3.7 Conductividad	13
4.3.8 Turbidez	13
4.3.9 Nitritos	14
4.3.10 Nitratos	14
4.3.11 Demanda Bioquímica de Oxígeno	15
4.3.12 Caudal de agua	16
4.4 MICROORGANISMOS ACUATICOS	16
4.5 SELECCIÓN DE REPRODUCTORES	18
4.6 REPRODUCCIÓN	19
4.7 FERTILIZACIÓN	20
4.8 DESAROLLO EMBRIONARIO	21
4.9 MANEJO TECNICO PROFILACTICO	25
4.10 MORTALIDAD EN OVAS	28
4.11 CONTEO PARA LA SIEMBRA DE OVAS	30
4.12 SALA DE INCUBACION	31
4.13 CLASES DE INCUBADORAS	33
5. DISEÑO METODOLOGICO	36

5.1	LOCALIZACION	36
5.2	INFRAESTRUCTURA, EQUIPOS Y UTENSILIOS	38
5.2.1	Estanques	38
5.2.2	Sala de incubación	39
5.2.3	Sala de alevinaje fase 1	39
5.2.4	Sala de alevinaje fase 2	39
5.3	DESCRIPCION DE LAS VARIABLES	42
5.3.1	Infraestructura	42
5.3.2	Calidad y cantidad de agua	43
5.3.3	Producción de ovas	45
5.3.4	Densidad de siembra	47
5.3.5	Mortalidad	47
5.3.6	Eclosión	49
5.3.7	Manejo profiláctico	49
5.4	VARIABLES EVALUADAS	50
5.4.1	Infraestructura	50
5.4.2	Calidad y cantidad de agua	51
5.4.3	Producción de ovas	51
5.4.4	Densidad de siembra	52
5.4.5	Mortalidad	52
5.4.6	Eclosión	52
5.4.7	Manejo profiláctico	52
6.	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	54
6.1	INFRAESTRUCTURA	54
6.2	CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA	59
6.3	PRODUCCION DE OVAS	62
6.4	DENSIDAD DE SIEMBRA	64
6.5	MORTALIDAD	66
6.6	ECLOSION	70
6.7	MANEJO PROFILACTICO	74
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
7.1	CONCLUSIONES	77
7.2	RECOMENDACIONES	78
	BIBLIOGRAFIA	81

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Niveles extremos permisibles para las condiciones físico químicas del agua para el cultivo de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).	9
Tabla 2. Influencia de la temperatura en el proceso de incubación de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).	24
Tabla 3. Cantidad de ovas en diferentes dimensiones de bandejas	35
Tabla 4. Registro diario de precipitación (mms) en el corregimiento del Encano en el año 2000.	57
Tabla 5. Resultados del análisis físico químicos y microbiológicos del agua de la estación piscícola Guairapungo	60
Tabla 6. Registro de producción de ovas de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) en la estación piscícola Guairapungo de Abril a Julio de 2000	63
Tabla 7. Densidad de siembra en bastidores de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).	65
Tabla 8. Registro de mortalidad en ovas de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) en la estación piscícola Guairapungo de Abril a Julio de 2000	69
Tabla 9. Influencia de la temperatura del agua en el desarrollo embrionario de ovas de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	72
Tabla 10. Registro de eclosión de ovas de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) en la estación piscícola Guairapungo de Abril a Julio de 2000	75

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Partes del huevo de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).	23
Figura 2. Sitio de estudio (Vereda Casapamba) Estación piscícola Guairapungo.	37
Figura 3. Reproductores sometidos a tranquilizante.	46
Figura 4. Homogenización de huevos y espermatozoides de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).	48
Figura 5. Cámaras sedimentadoras por rebose.	55
Figura 6. Piletas de flujo horizontal para la incubación de ovas.	58
Figura 7. Ova muerta a causa de sedimento.	67
Figura 8. Ova verde con ojos.	73

LISTA DE GRAFICAS

	Pág
Gráfica 1. Precipitación anual (mms) durante 1997 – 2001 en el corregimiento del Encano.	68
Gráfica 2. Curva diaria de Temperatura del agua de la sala de incubación.	71
Gráfica 3. Precipitación mensual en el año 2000 en el Corregimiento del Encano.	76

GLOSARIO

ACUICULTOR: Trabajador que interviene en el proceso de producción acuícola.

ACUICULTURA: Cultivo de organismos que habitan el medio acuático.

AGENTE PATOGENO: Organismo que causa enfermedades.

ALETA CAUDAL: (cola). Parte del cuerpo que el pez utiliza para nadar.

ALEVINO: Estado de desarrollo en el cual se observan las características externas de un pez adulto.

AMONIO: Sustancia resultante de la descomposición de la materia orgánica.

BACTERIA: Microorganismo causante de enfermedades.

BACTERIAS GRAM-NEGATIVAS: Las que se tiñen de rosa o rojo con la tinción de Gram.

BACTERIAS GRAM-POSITIVAS: Bacterias que se tiñen de color púrpura o azul oscuro en el proceso de tinción de Gram.

BAÑO: Técnica para administrar un tratamiento terapéutico o profiláctico.

BLASTOQUINESIS: Movimiento del embrión en el huevo.

CALIDAD DE AGUA: Complejo de variables fisicoquímicas del agua relacionadas con la acuicultura.

CANAL DE DESAGUE: Estructura que sirve para la descarga del agua o drenaje de los estanques.

CANALETA: Se emplea en la incubación o cultivos de alevinos y crías en ambientes cerrados.

COSTO DE PRODUCCION: Lo que cuesta producir un bien, es la suma de los costos de los insumos (materia prima, mano de obra, etc.).

DEMANDA: Cantidad de productos que los productores están dispuestos a obtener del mercado en un tiempo específico y a un precio determinado.

DENSIDAD DE SIEMBRA: Cantidad de peces sembrados por metro cuadrado.

DESARROLLO EMBRIONARIO: Intervalo que comienza con la fertilización, que es la unión de gametos o en los peces partenogénéticos se inicia con la activación de la división celular.

DESINFECTANTE: Sustancia utilizada para eliminar gérmenes que producen enfermedades.

DESOVE: Puesto de huevos, que son desovados cuando el ovario está maduro y por tanto, ha terminado el proceso de vitelogénesis y maduración.

DUREZA: Medida que da la concentración de Calcio y Potasio en el agua.

ECLOSION: Se presenta cuando el embrión abandona las membranas del huevo.

EMBRION: Fase del período embrionario que va desde la intensificación de la organogénesis hasta que se ha completado la eclosión.

ENFERMEDAD: Alteración de la salud.

EPIDERMIS: Membrana externa de la piel.

ESPERMA: Suspensión de espermatozoides en el líquido seminal o espermático, resultante de la hidratación de los testículos.

FERTILIDAD: Potencial reproductivo de un organismo o población medido por la capacidad de producir descendencia viable.

FILTRO: Malla que impide la entrada de animales ajenos al cultivo.

FLACIDO: Sin consistencia. Blando.

GAMETO: Célula reproductiva madura, capaz de fusionarse con otra de tipo similar, sexo opuesto para dar un cigoto.

HONGO: Microorganismo que crece en úlceras o heridas impidiendo su cicatrización.

HUEVO: Estadio en el que el pez embrionario está separado del ambiente por una membrana, donde se llevan a cabo dos fases del período embrionario.

INCUBACION: Intervalo en el cual se lleva a cabo el período embrionario.

INCUBADORA: Estructura artificial que se emplea para el desarrollo embrionario de organismos en cultivo.

LARVA: Etapa de desarrollo del pez, comprendida desde la eclosión hasta la aparición de ojos y estómago.

MANIPULACION: Manejo que se hace de los peces con las manos.

MICROORGANISMO: Organismo de tamaño microscópico.

MUESTREO: Técnica empleada para evaluar las condiciones de un cultivo.

NITRITOS: Compuesto químico resultante del proceso de descomposición en el fondo del estanque.

OXIGENO: Elemento químico gaseoso esencial en la respiración.

pH: Medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia líquida o sólida.

PISCIFACTORIA: Conjunto de instalaciones para el cultivo de peces, su función básica es la producción de crías.

PISCICULTURA: Arte de cultivar peces en áreas controladas.

PROFILAXIS: Conjunto de medidas o cuidados destinados a prevenir enfermedades.

SACO VITELINO: Es una bolsa que tienen los peces recién nacidos de la que se alimentan durante los primeros días de su vida.

SAPROLEGNIASIS: Enfermedad micótica causada por *Saprolegnia parasítica*, *Achlya hofersi* y *Dictyuchus sp.*, afecta los huevos de peces de agua dulce y salada.

RESUMEN

Esta pasantía se realizó en la estación piscícola de Guairapungo, perteneciente a la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO, desde el 24 de Abril hasta Julio 28 del año 2000. Su realización fue aprobada por medio del convenio 001 de CORPONARIÑO y la UNIVERSIDAD DE NARIÑO realizado el 13 de Marzo del 2000, cuya solicitud fue hecha por la UNIVERSIDAD DE NARIÑO a través del programa de Ingeniería en producción acuícola.

Teniendo en cuenta el manejo y control técnico en ovas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la sala de incubación de la estación piscícola Guairapungo, el objetivo principal de este trabajo fue el de contribuir al mejoramiento en selección de padrotes para obtener mayor cantidad de ovas de buena calidad, aplicando profilaxis para evitar contaminaciones posteriores, de igual manera se hizo énfasis en manipulación, selección y pesaje de huevos para obtener mayor sobrevivencia.

Los objetivos trazados no se cumplieron totalmente debido a inconvenientes como la época de invierno, el mal diseño de los desarenadores de la sala de incubación, ya que la retención de partículas fue mínima, por lo tanto causó problemas aumentando el porcentaje de mortalidad.

ABSTRACT

This internship was carried out at Guairapungo fish farming, belonging to the Regional Autonomous Corporation of Nariño CORPONARIÑO, from April 24 to July 28, 2000. Its realization was approved by means of the agreement 001 of CORPONARIÑO and the UNIVERSITY OF NARIÑO, carried out on 13 March 2000, whose application was made by UNIVERSITY OF NARIÑO through the Engineering program in production acuícola.

Taking into account the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) handling and technical control at the Guairapungo fish farming incubation room, the main objective of this work was contributing to the reproductive selection improvement to obtain bigger quantity of good quality fecunded eggs, applying prevention to avoid later contamination; in the same way emphasis was made in the manipulation, selection and weightness of eggs to obtain greater survival.

The proposed objectives were not totally completed due to inconveniences as the winter period, wrong design of the sand retention device of the incubation room, since the retention of particles was minimum, therefore it caused problems increasing the mortality percentages.

INTRODUCCION

La trucha arco iris es oriunda de la región del río sacramento, en la costa oeste de los Estados Unidos de America, pero ha sido introducida con éxito en otros países, como Australia, América del Sur y Sur Africa, por lo que es posible obtener huevos de truchas del hemisferio sur, procedentes de peces que desovan en la época del año opuesta a los de las piscifactorías de Europa o de América del Norte.

Las primeras importaciones de huevos de trucha arco iris desde Norte América incluían en algunos casos huevos procedentes de progenitores de hábitos migratorios. Las importaciones Europeas de los últimos años se han constituido casi exclusivamente de huevos procedentes de la variedad continental, obtenidos a partir de reproductores criados en cautiverio.

La tradición truchicola en Colombia es bastante limitada, ya que fue solo en el año de 1939 que la trucha arco iris se introdujo en el país, con el propósito de poblar las aguas libres andinas propias para el desarrollo de esta especie.

El Departamento de Nariño cuenta con un buen potencial de recursos hídricos que ofrecen alternativas para la implementación y mejoramiento en cultivos piscícolas, por

otra parte se aprovecha los suelos infértiles para la producción agrícola y pecuaria; mejorando problemas relacionados con el déficit en la dieta alimenticia de la población, como también la creación de fuentes de trabajo.

Los trabajos de una piscifactoría se inicia con la incubación de huevos provenientes de padrotes seleccionados, donde los huevos fecundados necesitan de condiciones optimas para su desarrollo y de un excelente manejo técnico , obteniendo así alevinos de excelente calidad.

Las características físico químicas y microbiológicas del agua para el cultivo de la trucha, el manejo de reproductores, la obtención de huevos y alevinos son exigentes en cuanto a cantidad y calidad factores que determinan un mayor o menor nivel de producción de semilla apta para ser entregada a diferentes productores.

El manejo y control técnico en ovas de trucha arco iris, el cálculo del porcentaje de mortalidad y sobrevivencia, la cantidad de ovas producidas durante la pasantía y la evaluación del estado físico de la infraestructura de la estación, son los aspectos más importantes del presente informe.

1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA

Uno de los problemas con los que cuentan los cultivadores de truchas de Nariño es la baja oferta de alevinos, lo cual hace necesario adquirir este material biológico de otras partes de Colombia, por lo tanto el valor de adquisición se incrementa al igual que el costo final de producción, ocasionando disminución en su rentabilidad.

La estación piscícola Guairapungo – Corponariño, ubicada en la vereda Casapamba en cercanías del lago Guamuez, abastece parte de la demanda de semillas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) a cultivadores de mediana y baja producción, donde existe una deficiencia en la obtención de alevinos, como también el reporte de bajo crecimiento, altas mortalidades y por lo tanto la mala calidad del producto final, debido a factores como: Inestabilidad en los parámetros físico químicos del agua principalmente en época invernal, mal diseño en infraestructura, falta de recursos económicos , selección adecuada de reproductores, métodos adecuados para la fecundación artificial y un buen manejo de ovas y de larvas.

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

El agua de la quebrada Casapamba que abastece a la sala de Incubación de la estación piscícola Guairapungo adscrita a Corponariño, se encuentra afectada principalmente por sedimentación debido al diseño inadecuado de bocatoma y desarenadores, como también la carencia de filtros que permitan la retención de partículas sólidas del agua para así mejorar el sistema de producción en ovas de truchas arco iris.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el sistema de incubación durante la fase de producción de ovas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la estación piscícola Guairapungo, Corponariño, corregimiento del Encano, Pasto, Colombia.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.2.1 Evaluar el estado físico en la que se encuentra la sala de incubación de la estación piscícola Guairapungo.

3.2.2 Analizar las condiciones físico – químicas y microbiológicas del agua que abastece la sala de incubación.

3.2.3 Aplicar los métodos profilácticos de algunos los productos químicos con el propósito de evitar el ataque de organismos patógenos en la sala de incubación.

3.2.4 Determinar las causas y porcentaje de mortalidad de ovas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) durante la fase de incubación en la estación.

4. MARCO TEORICO

4.1 HISTORIA DE LA ESTACION DE GUAIRAPUNGO

La estación se inicia con el manejo y administración del INDERENA en 1975, entidad que adquirió un lote de 7.200 m² en la vereda de Casapamba a un kilómetro del Encano. Los objetivos trazados fueron la reproducción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), para surtir y repoblar la zona y suministrar a los truchicultores de la región, además de educar a la población sobre la importancia que tiene la trucha en la satisfacción de las necesidades nutricionales de niños y adultos.

Seis años después en 1981 la estación pasó a ser administrada por el DRI, entidad que terminó la infraestructura actual llevando los mismos objetivos de la anterior entidad.

A partir de 1986 la estación piscícola Guairapungo pasó a ser administrada por la Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO), y hasta la actualidad viene aplicando las mismas políticas de las entidades precedentes, pero tratando de mejorar tecnológicamente todo el trabajo que se desarrolla en la estación (Corponariño, 1990, 3).

4.2 TAXONOMIA

La clasificación taxonómica realizada por Eraso (1993, 223), es la siguiente:

PHYLUM	:	Cordata.
SUBPHYLUM	:	Vertebrata.
CLASE	:	Osteichthyes.
SUBCLASE	:	Actinopterygii.
ORDEN	:	Clupeiforme.
SUBORDEN	:	Teleostica.
FAMILIA	:	Salmonidae.
GENERO	:	Oncorhynchus.
ESPECIE	:	<i>Oncorhynchus mykiss.</i>

4.3 PARAMETROS FISICO QUIMICOS DEL AGUA PARA EL CULTIVO DE LA TRUCHA ARCO-IRIS

Para la implementación de un cultivo piscícola se hace necesario estudiar previamente los parámetros físico químicos del agua, teniendo en cuenta los niveles extremos permisibles (Arroyo, 1989, 49) (Tabla 1).

4.3.1 Temperatura. Según Amaya y Anzola (1988, 11), este parámetro es fundamental para el buen desarrollo de truchas. Cuando el medio se encuentra demasiado frío los

Tabla 1. Niveles extremos permisibles para las condiciones físico químicas del agua para el cultivo de trucha (*Oncorhynchus mykiss*).

Parámetros	Nivel Extremo
Oxígeno disuelto	5,0 - 7,0 mg / litro de agua.
pH	6,5 a 9,0
Alcalinidad	20 - 200 mg de carbonato de calcio / litro
Amoníaco	Niveles superiores a 0,02 ml/L provocan la muerte.
Zinc	En concentraciones superiores a 0,04 mg/L es letal.
Acido sulfhídrico	Niveles superiores a 6,0 mg/L no se recomienda.
CO2	Debe existir concentraciones inferiores a 20 ml/L
NH3	Concentraciones superiores a 0,25 mg/L es tóxico para adultos.

Arroyo (1989, 49)

peces no compensan el aumento del calor interno, haciendo que las reservas metabólicas disminuyan.

Temperaturas inferiores a 5° C son perjudiciales porque retrasan la eclosión de las ovas y disminuyen su crecimiento, mientras temperaturas mayores a 18° C producen deterioro en la calidad del agua y se hace más susceptible a las ovas el ataque de enfermedades (Cachafeiro, 1989, 214).

La temperatura óptima para incubación de ovas de trucha se encuentra entre 9 y 10° C (Amaya y Anzola, 12).

4.3.2 Oxígeno. En cuanto al oxígeno disuelto Amaya y Anzola (11), mencionan que este es un factor indispensable en el cultivo de la trucha, especie bastante exigente con este elemento. Para el cultivo de trucha se requiere entre 8,0 y 9,0 mg / L de oxígeno disuelto, siendo el óptimo 7,0 mg / L.

Los huevos en incubación tienen unas necesidades de oxígeno disuelto menores que los alevines, pero el éxito de la eclosión depende en gran parte de la tasa de oxígeno, estableciéndose un óptimo de 4,5 a 7,0 mg/L, siendo el mínimo que asegura las funciones fisiológicas del huevo 2,9 mg/L, originándose una mortalidad del 100% con 1,6 mg/L. Por otra parte, la temperatura del agua influye en la cantidad de oxígeno disuelto ya que a mayor temperatura existe menor oxígeno y viceversa (Blanco, 1984, 113-114).

4.3.3 pH. Para Amaya y Anzola (12), el pH indica la acidez o la alcalinidad del agua y el rango esta de 1 a 14, el pH neutro es indicado por 7,0; los valores inferiores a 7,0 indican aguas ácidas y superiores a 7,0 alcalinas. El valor optimo para el cultivo de la trucha esta entre 6,0 y 9,0.

La persistencia de valores de pH que se encuentren entre 4,5 a 5,0 durante largos periodos pueden ser causa de mortalidad para los huevos y alevines de trucha arco iris (Blanco, 29).

4.3.4 Nitrógeno amoniacal. Este parámetro se encuentra bajo dos formas: Una no ionizada, NH_3 libre, de acción tóxica para los peces cuya existencia en el agua depende fundamentalmente del pH y de la temperatura del agua; y otra en forma de ion amonio NH_4^+ combinado, formando sales de amonio, no tóxico para los peces en principio sino alcanza concentraciones mucho más altas (Arrignon, 1984, 87).

Según Blanco (89-90), Un cultivo racional de trucha exige que la concentración de amonio libre (NH_3) no exceda de 1,0 mg/L para truchitas, mientras que concentraciones de 1,2 mg/L de (NH_3) producen una mortalidad total de las truchas. El óptimo para la producción de ovas es que no exista ninguna cantidad de amonio libre, pero es aceptable concentraciones de 0,5 mg/L (NH_3) siempre que se mantengan durante un corto periodo de tiempo.

4.3.5 Dureza. De acuerdo con Wheaton (1993, 34), la dureza la define como la concentración de iones expresados como carbonato de calcio (CaCO_3). De cualquier manera si otros iones generadores de dureza como magnesio, aluminio, hierro, manganeso, estroncio y zinc están presentes en una cantidad importante también se les incluye en la definición.

La dureza de las aguas depende de su contenido en sales minerales expresada en mg/L de carbonato de calcio. Su determinación tiene escasa importancia en truchicultura, pero complementa las informaciones cualitativas de las aguas. El rango de dureza requerido para la producción de trucha debe ser mayor a 20 y menor de 200 mg/L de carbonato de calcio (Arroyo, 48).

4.3.6 Alcalinidad. La alcalinidad del agua se define como la capacidad de esta para aceptar protones; generalmente se debe a la presencia de carbonato (CO_3) Y bicarbonato (HCO_3) e hidróxidos en aguas naturales. Para la producción de ovas el valor no debe ser superior a 175 mg de CaCO_3/L , ni inferior a 15 mg/L de CaCO_3 (Amaya y Anzola, 11).

Cuando la dureza es numéricamente más grande que la suma de la alcalinidad del carbonato y bicarbonato, esta se puede dividir en "dureza de carbonato" y "dureza de no carbonato". La dureza de carbonato es el equivalente de la alcalinidad total y el exceso es dureza de no carbonato. Si la dureza es numéricamente igual a, o menor que

la suma de la alcalinidad de carbonato y bicarbonato entonces no existe dureza de no carbonato (Wheaton, 34).

4.3.7 Conductividad. Según Blanco (32), la conductividad es una propiedad física del agua que expresa la conductancia de una columna de agua comprendida entre dos electrodos metálicos de un centímetro cuadrado de superficie, separado el uno del otro un centímetro, a una temperatura de 20°C.

El mismo autor (33), sostiene que la mayoría de las especies acuáticas soportan bien las distintas concentraciones de sales disueltas en el agua, encontrando para la producción de ovas cifras de conductividad equivalentes a 560 us/cm que son perfectamente toleradas, adquiriendo carácter peligroso cifras superiores a 600 us/cm.

4.3.8 Turbidez. Por su parte Torres, Mazo y Ríos (1981, 19), la turbidez es el contenido de partículas en suspensión en el agua que interfiere en el paso de la luz, las partículas de arcilla y de arena provenientes de las escorrentías producen una turbidez no deseada y permanecen en suspensión restringiendo la penetración de la luz solar, limitando el crecimiento de los organismos acuáticos.

De acuerdo con Blanco (31-32), manifiesta que los efectos de las partículas en suspensión son de funestas consecuencias para los huevos de trucha dispuestos en las bandejas de incubación. La sedimentación de éstas partículas sobre la superficie impide

que se realice con normalidad los intercambios gaseosos a través de la membrana externa del huevo. Ello conlleva a un déficit de oxígeno para el huevo, no porque el agua sea pobre en oxígeno sino por falta de contacto entre el agua y la superficie externa al existir entre ambas una capa de sedimentación. La cantidad máxima de materias en suspensión debe ser menor de 30, 0 mg/litro para la producción de ovas de trucha.

4.3.9 Nitritos. Por su parte Blanco (35) puntualiza que los nitritos son compuestos solubles en el agua que resultan de la oxidación del amoníaco en el concurso de ciertas bacterias del substrato. Existen en las aguas contaminadas y ofrecen una gran toxicidad para los peces por lo que las aguas que lo contengan deben ser rechazadas para la piscicultura.

El poder patógeno de los nitritos aumenta con la temperatura del agua, sobre todo, con el descenso de su mineralización y su pH. Sin embargo su toxicidad proviene de su forma disociada (nitritos) y no disociada (ácido nitroso).La toxicidad del nitrito puede ocurrir en concentraciones de 0.25 mg/L siendo este valor perjudicial para el sistema de producción de ovas de trucha arco iris (Wheaton, 554).

4.3.10 Nitratos. Los nitratos tienen escasa toxicidad para los peces pero en situaciones anaerobias o pobres en oxígeno disuelto pueden sufrir un proceso de desnitrificación y dar origen a nitritos (Blanco, 35).

Para Wheaton (168), la concentración de nitratos, así como la de nitritos, generalmente se observa en su mínimo a finales de verano. Al inicio del invierno disminuyen las concentraciones de amoníaco y nitratos pero la concentración de nitritos aumenta, la razón de esta característica tan inusual se desconoce.

El mismo autor (591) encontró que la dosis letal (DL50) de nitrato para ovas y alevinos de trucha es de 5,0 ppm en agua dulce. Este nivel de nitrato causa retardo en la alimentación y en el crecimiento.

4.3.11 Demanda Bioquímica de Oxígeno. Según Blanco (102), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), es el consumo de oxígeno necesario para transformar o degradar la materia orgánica que se encuentra en un litro de agua a 20°C por la acción de bacterias aerobias mantenido en la oscuridad durante cinco días.

El mismo autor propone una clasificación de la demanda bioquímica de oxígeno para analizar las condiciones físico químicas del agua y mejorar el sistema de producción en cultivos piscícolas:

COMPONENTE	CLASE	SITUACION
DBO/5A 20°C en mg/L DBO < 1	1	Normal
1<DBO<3	2	Aceptable
3<DBO<6	3	Dudosa
DBO > 6	4	Anormal

4.3.12 Caudal de Agua. Para Amaya y Anzola (33), este factor es de importancia. Se debe disponer de un caudal mínimo, en base al caudal se ajustará la producción, cantidad de trucha (densidad x m²) y tamaño de los estanques, como también el volumen del agua que alimenta los estanques debe ser constante. El caudal se determina por el aforo correspondiente se recomienda que la medición se efectúe en épocas de caudales mínimos (verano) para determinar la máxima capacidad de carga durante esa época.

Según Arroyo (45), afirma que los siguientes caudales de agua pueden servir de base para cálculos en temperaturas inferiores de 10°C durante la incubación y máxima de 15°C para alevinaje y crianza, en piscicultura de aguas frías así:

Para incubación	:	0,5 L / min por 1000 ovas.
Para alevinos de 0 – 3 meses	:	1 a 3 L / min por 1000 alevinos.
Para dedinos de 3 – 8 meses	:	4 a 8 L / min por 1000 dedinos.
Para juveniles de 8 – 12 meses	:	6 a 12 L / min por 1000 juveniles.

4.4 MICROORGANISMOS ACUATICOS

Grant y Long (1989, 44), manifiestan que las bacterias aisladas más frecuentes del medio acuático afectan el desarrollo normal de las ovas de trucha arco iris son bacilos Gram negativo, y, de hecho, el 90% de todos los aislamientos pertenecen a esta categoría, incluyendo por lo general especies de *vibrio*, *pseudomonas* y *flavobacterium* u

organismos relacionados. Los ríos y arroyos presentan por lo común elevadas concentraciones de tipo Gram positivo, probablemente debido a las aportaciones del entorno terrestre pero, no obstante, predominan los Gram negativos. Los sedimentos contienen un porcentaje muy superior de gérmenes Gram positivos, principalmente bacillus spp, los cuales no afectan en ningún aspecto la incubación de huevos en una piscifactoría.

De acuerdo a Rheinheimer (1987, 221), algunas bacterias y en menor medida también los hongos, crecen sobre las materias que se hallan en suspensión, ya sean éstas orgánicas o minerales. De este modo pueden modificar tanto su tamaño como su forma y, por tanto la velocidad de sedimentación. Igualmente influyen sobre el depósito de los sedimentos. La colonización de los microorganismos puede llegar a destruir parcial o totalmente las partículas suspendidas, bien por que estos microorganismos las utilicen como alimento o bien por que las disuelva los ácidos producidos por ellos.

Casi todas las fuentes de agua salada o agua dulce contienen microorganismos, muchos de los cuales se han adaptado a condiciones muy adversas como bacterias psicrófilas, halófilas y termófilas. Sin embargo las bacterias patógenas en general no están presentes en el agua salvo que esté contaminada por orina o heces humanas o de animales. Entre los organismos patógenos que a menudo contaminan el agua para cultivos piscifactoriales se encuentran las especies entéricas patógenas *Salmonella* y *Shigella*, *Vibrio cholerae*. No obstante estos microorganismos rara vez son aislados de

forma directa del agua. Por lo tanto el aislamiento de *Escherichia coli*, el microorganismo más resistente y que persiste en el agua durante lapsos prolongados, sirve como indicador de contaminación fecal. Los resultados de análisis de agua para el cultivo o producción de ovas deben estar por debajo de 30,0 ml de coliformes fecales y 250,0 ml de coliformes totales (Joklik, 1996, 545).

4.5 SELECCIÓN DE REPRODUCTORES

Según Eraso (226-227), la selección de reproductores se realiza así:

a. **Hembras.** La madurez sexual se inicia a partir del año y medio a dos años de edad, el periodo de apareo ocurre cada seis a ocho meses. La vida útil de una hembra reproductora puede llegar hasta los cuatro años desde su primera madurez. Una hembra puede ovopositar entre 1.500 a 2.000 huevos por kg de peso.

Las características de una hembra madura son:

- Abdomen abultado y flácido
- Poro genital prominente y rojizo.
- Cuando se presiona el abdomen en forma leve hay expulsión de huevos de color anaranjado transparente.

b. Machos. La madurez sexual del macho inicia a partir del primer año de edad, el periodo de fecundidad ocurre cada 15 días por este motivo se recomienda tener un macho para tres hembras. Los reproductores machos pueden utilizarse hasta que alcancen los cinco años de edad.

Un macho maduro debe presentar las siguientes características:

- La cabeza es más alargada vista de perfil
- La extremidad de su maxilar inferior toma forma de gancho hacia arriba.
- Presenta la piel brillante y se torna más oscura
- Papila genital enrojecida aunque es menor que en la hembra
- Hay expulsión de semen de color blanco y cremoso cuando se presiona el abdomen en forma leve.

4.6 REPRODUCCION

Según Eraso (226-228), la reproducción se realiza en dos formas que son:

a. Reproducción Natural. Cuando la trucha se encuentra en la madurez sexual permanece cerca de la desembocadura del curso del agua. Las hembras ovopositan los huevos en aguas tranquilas buscando sustrato como grava fina una vez definido el sitio, por medio de fuertes coletazos el macho forma varias cavidades en el suelo y luego se

inicia el cortejo, el macho finaliza expulsando sus espermatozoides realizando la fertilización de los huevos. Los huevos fertilizados denominados ovas permanecen en este sustrato hasta la eclosión y reabsorción de su saco vitelino. Los alevinos inician el trayecto corriente abajo.

b. Artificial. Para la recolección de huevos existen dos métodos que son:

◆ **Método Húmedo.** La recolección de los huevos se realiza en una vasija con agua a la cual posteriormente se añade el semen. Con este método se obtienen altos porcentajes de fecundación siempre y cuando se realice con rapidez, ya que el espermatozoide muere aproximadamente de 30 a 90 segundos en un medio acuoso; el huevo impide la entrada del esperma cuando el micropilo se cierra.

◆ **Método Seco.** La recolección de los huevos se realiza en un recipiente completamente seco, donde el porcentaje de fecundación es más alto que en el anterior método, para este porcentaje se debe escoger un sitio donde no exista incidencia de luz directa.

4.7 FERTILIZACION

Según Stephen (1988, 32), la fertilización se da lugar cuando el espermatozoide penetra el huevo a través del micropilo, la movilidad del espermatozoide es máxima en el fluido

ovárico por unos 3,5 minutos; en cambio en fluido líquido tan solo puede permanecer activo 30 segundos, cuando empieza el embrión a desarrollarse, se alimenta de sustancias proteicas del vitelo y si llega a romperse el embrión muere.

Por su parte Stevenson (1985, 116), afirma que mientras el espermatozoide este vivo y fértil y los huevos sean receptivos, la fertilización es prácticamente inmediata. Después los huevos fertilizados deben lavarse con una o dos cambios del criadero para quitar el exceso de esperma y suciedad.

4.8 DESARROLLO EMBRIONARIO

Para García (1985, 221), cuando hablan de los procesos de producción de los peces, consideran que el momento de la fecundación, se inicia una polarización de vitelo, diferenciándose el polo animal que es el que inicia la división de las células da como origen a la mórula, estadio que es muy sensible al sacudimiento y al choque.

El mismo autor afirma que luego viene la reducción de tamaño de las células y un compactamiento, que toma el nombre de blástula. El desarrollo continúa y entre las dos capas de células se forma una cavidad que se denomina gástrula.

Así pues el desarrollo embrionario empieza con el blastóporo, aunque antes de este ya se distinguen la cabeza y la espina dorsal. En los peces se desarrolla primero la cabeza y la

cola. En la cabeza comienza a desarrollarse las ampollas olfativas, oído interno y el cerebro; la cola crece longitudinalmente. Los segmentos de la espina dorsal crecen. El corazón empieza a mitad del desarrollo, y el embrión se mueve cada vez más dentro de la cascara. Cuando el embrión está listo a salir, segrega una enzima que ayuda a disolver la cascara que permite la salida de la larva (García, 222).

Según Stevenson (118), la mayor parte del huevo corresponde a vitelo, sales neutras y corpúsculos oleaginosos. Estas sustancias se encuentran protegidas por una membrana vitelina la cual se ensancha formando el disco germinal donde se encuentra el núcleo. También existe una cámara perivitelina que permite girar el embrión en su bolsa vitelina (Figura 1).

El mismo autor (122), concluye que, el embrión en el proceso de incubación se alimenta del vitelo por lo que se recomienda manipular lo menos posible las ovas, puesto que si se rompe la membrana vitelina muere el embrión. Las ovas se deben manipular a partir de las 48 horas de la fecundación.

Por otra parte Amaya y Anzola (28), dicen que, la duración de desarrollo se expresa en grados día, este número también es igual al producto de la temperatura media del agua, expresada en grados centígrados por la duración total de la incubación como lo indica la Tabla 2.

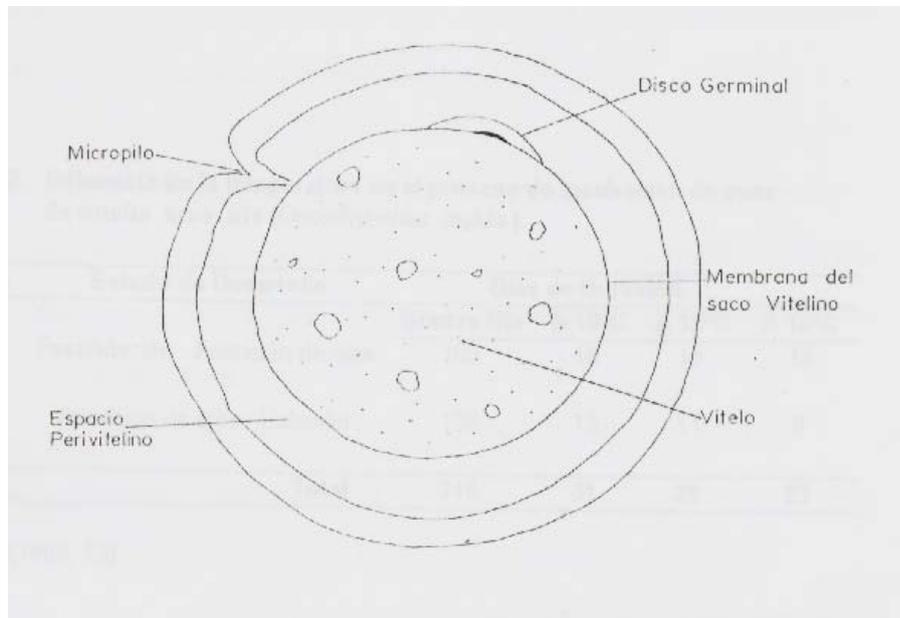


Figura 1. Partes del huevo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Amaya y Anzola (1988, 230).

Tabla 2. Influencia de la temperatura en el proceso de incubación de ovas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Fases	Estado de Desarrollo	Días de Duración.			
		Grados Día	A 10°C	A 12°C	A 15°C
1	Fecundación - Aparición de ojos	180	18	15	12
2	Aparición de ojos - Eclosión	130	13	11	9
Total		310	31	26	21

Arroyo (1989, 13)

Los mismos autores afirman que cuando la ova se vuelve en forma de ovalo indica que la larva esta próxima al nacimiento, su membrana exterior pierde consistencia debido a la acción de una proteína proteolítica denominada diataza. Todo este proceso tarda aproximadamente entre 290 a 330°C/días. Cuando ha transcurrido unos 150 a 200°C/día, en el huevo aparecen dos puntos negros que corresponden a los ojos del futuro alevino, denominándose entonces huevos embrionados. A partir de este momento se pueden movilizar y se aprovechan de una truchifactoría a otra.

Apareciendo los ojos se necesitan unos 90 a 100°C/días para que rompiendo la membrana de huevo se produzca la eclosión del alevino es necesario tener en cuenta que huevos de un mismo desove duran aproximadamente unos 50°C/día para que todos eclosionen (Amaya y Anzola, 29).

4.9 MANEJO TECNICO PROFILACTICO

Según Eraso (232), afirma que, las canaletas, bastidores, baldes y demás utensilios a utilizar deben estar previamente desinfectados con un producto a base de yodo a una concentración de 250 ppm. Las ovas verdes una vez hidratadas y con cascara endurecida pueden ser sometidas a un baño corto en una solución de yodo a una concentración de 50 ppm.

El mismo autor determina que, los huevos muertos y no fecundados son rápidamente atacados por hongos, generalmente de los géneros *saprolegnia* y *achyla*, por lo que se recomienda la utilización de verde malaquita libre de zinc en solución, cuya concentración final sea de 2,0 ppm.

En el proceso de incubación muere una determinada cantidad de huevos, los cuales se reconocen por su color blanco opaco y deben retirarse diariamente ya que estos son susceptibles a los ataques de hongos y evitar así el lavado con soluciones químicas, que inciden negativamente en los porcentajes de eclosión. Cuando se llega a este estadio de desarrollo embrionario se aconseja un lavado total para quitar el fango adherido a las redes y en general a los aparatos de incubación (Cachafeiro, 135).

El mismo autor (136), afirma que, para los sistemas de flujo horizontal se adiciona en la cabecera del canal, realizando una disminución en el nivel del agua, de tal forma que la droga actúe durante 30 minutos. En el caso de las incubadoras de flujo vertical se puede aplicar por goteo (una gota por segundo) en la entrada del agua de la primera bandeja de incubación, durante una hora cada dos días. Una vez ocurra el embrionamiento se reduce a 15 o 30 minutos y se suspende de tres a cinco días antes de la eclosión.

Los huevos procedentes de cualquier piscifactoría deben ser desinfectados a su llegada, antes de iniciar la incubación. Las cajas de transporte y todo el material utilizando para su manipulación deben quemarse, o desinfectar si se van a reutilizar. Del mismo modo los

huevos vendidos a otras piscifactorías tienen que ser desinfectados y embalados en material limpio antes de su envío. Lo más frecuente es la utilización de acriflavina 1:2000 en agua con una elevada concentración de oxígeno sobre los huevos depositados en un recipiente limpio, esmaltado o de plástico químicamente inerte. La proporción mínima de solución de Acriflavina debe ser de 100 cc por cada 1000 huevos durante 20 a 30 minutos, agitando suavemente el recipiente para asegurarse el contacto con la solución. Posteriormente se lavan con agua. La acriflavina debe taponarse a pH 7,7 (Stephen, 60).

Según Roberts y Shepherd (1980,161), determinan que, los huevos de la trucha deben obtenerse de una explotación garantizada por un laboratorio confiable que se halla libre de enfermedades importantes. Antes de su llegada a su destino deben desinfectarse, transferirse a utensilios limpios y quemarse el envase original. Debe utilizarse un desinfectante yodoforo como el Wescodyne a una concentración de 50 a 100 ppm, en la que deben sumergirse los huevos durante 10 minutos. Tales yodoforos son muy ácidos y deben neutralizarse con un tapón adecuado como el bicarbonato sódico para evitar que los huevos se perjudiquen en la desinfección.

Por otra parte Stevenson (124), recomienda, disolver 1,50 g de azul de metileno en 2,50 litros de agua la que se vierte lentamente en la cabecera del bastidor unos 50 ml y otros 25 ml, en la mitad posterior, una vez cada dos días. Demasiada utilización de esta solución puede dañar el embrión en desarrollo, por lo que se aconseja utilizarlo en mínimas dosis.

4.10 MORTALIDAD EN OVAS

Por su parte Amaya y Anzola (20), puntualizan, que los huevos tienen un corto tiempo en que conservan su madurez, unos ocho días. El estado óptimo de fertilidad lo obtienen dos o tres días después de ocupar la cavidad abdominal al efectuar el desove en este momento el porcentaje de fertilidad es elevado. Después de los 3 días el huevo va perdiendo el grado de fertilidad, al término de los 8 días el porcentaje disminuye obtensiblemente produciéndose alevinos débiles.

Los mismos autores (21), dicen que, los huevos que se han pasado de este periodo se distinguen fácilmente por ser más claros y presentar un punto blanco opaco en su yema.

El agua debe estar libre de partículas sólidas en suspensión que recubran y asfixien los huevos. Las sales de hierro disueltas, pueden precipitarse sobre la superficie de los huevos y producir pérdidas notables (Roberts y Shepherd, 89).

Los mismos autores (90), concluyen que, en determinadas circunstancias, los huevos pueden presentar desordenes, notablemente la presencia de manchas de vitelo blanco y coagulado en el inferior el huevo. Se cree debido a los efectos de los metales pesados del agua, sobre todo al zinc y al cobre. Ocasionalmente los huevos pueden adquirir una consistencia blanda y pegajosa y tienden a agruparse. Aunque la causa de estos problemas no se conoce perfectamente, se piensa se hallan relacionados con un acceso

de amoníaco en el agua. En este caso, el mejor proceder es aumentar el caudal del agua en el incubador y de esta forma se elimina el amoníaco de los huevos.

En cuanto al manejo Stevenson (122), afirma que, los huevos deben ser manipulados con cuidado, hay momentos en los que no deben tocarse en absoluto, ni siquiera ser trasvasados. Los huevos recién fecundados pueden soportar la manipulación en cierto grado, pero una vez que haya sido colocados en agua y haya comenzado el proceso de endurecimiento no debe perturbárseles por lo menos en otros 20 minutos. Debe evitarse los cambios de temperatura por lo menos más de un grado centígrado.

El mismo autor (120), afirma que, los huevos muertos son blancos porque contienen globulina precipitada. Esta es una proteína soluble en soluciones salinas y mientras está disuelta es incolora. Si no hay suficiente en la solución, la globulina no puede permanecer disuelta y precipitada en forma de un sólido blanco. El vitelo del huevo, contenido en la membrana vitelina, contiene un número de sustancias entre las que hay sales y globulina. Si se daña la membrana de saco vitelino, o si se degenera, la sal pasa a través de la cubierta del huevo y se pierde en el agua circundante. El resultado es que la concentración de sal dentro del huevo desciende a un nivel al cual precipita la globulina y el huevo se pone blanco.

Para que un sistema de producción de ovas sea rentable, el porcentaje de mortalidad según Amaya y Anzola (33), debe encontrarse en los siguientes rangos:

Mortalidad de huevo fecundado hasta embrionamiento	12%
Mortalidad de embrionamiento hasta eclosión	10%
Total	22%

4.11 CONTEO PARA LA SIEMBRA DE OVAS

Las ovas son contadas antes de iniciar el proceso de incubación; este procedimiento puede ser efectuado por el método volumétrico, que consiste en determinar el volumen del agua que desplaza un número conocido de ovas, a partir del cual se puede calcular el número real de huevos con el que se cuenta, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ Ovas} = \frac{N \times V_t}{V_n}$$

En donde:

N = Número de ovas de la muestra

V_n = Volumen desplazado por N

V_t = Volumen de agua desplazado por la totalidad de las ovas

Otro método de conteo utilizado es el que se realiza mediante el cálculo del peso de las ovas (método gravimétrico). Es un procedimiento similar al anterior con la diferencia de que la muestra es pesada y también el número total de ovas. La fórmula es la siguiente:

$$\text{No. Ovas} = \frac{N \times W_t}{W_n}$$

Donde:

N = Número de ovas de la muestra

W_t = Peso total de las ovas

W_n = Peso de la muestra N

Según Eraso (229), la utilización de estos métodos implica pérdida de ovas por manipulación.

Otro método para el conteo de ovas, consiste en la tara de un pequeño recipiente con el que se determina el número aproximado de ovas que puede contener. Todos estos métodos son aproximados lo cual debe tenerse en cuenta, porque existe un porcentaje de error (Stephen, 33).

El mismo autor afirma que el sistema más preciso y rápido es aquel donde se emplean contadores automáticos que presentan una celda fotoeléctrica y tienen una capacidad de conteo de 1000 a 1500 ovas por minuto.

4.12 SALA DE INCUBACION

De acuerdo con Blanco (59), en las piscifactorías donde se realiza incubación y alevinaje, una pequeña parte del caudal global se destina para satisfacer estas necesidades. El agua dedicada a estos menesteres debe ser totalmente clara, exenta de materiales de sedimentación durante todo el periodo de incubación y alevinaje. Cuando el agua

utilizada procede de río, ello no puede estar garantizado si no se dispone de un filtro previo a la sala de incubación. Los arrastres de partículas sólidas después de las lluvias es lo habitual, las cuales se sedimentan en las pilas de incubación cubriendo materialmente los huevos e impidiendo su respiración, con funestas consecuencias tanto para los huevos como para los alevines.

El salón de incubación se encuentra dotado con una serie de canales que están colocados bajo techo y no debe haber paso directo de luz, por lo cual se instala telas negras y gruesas para disminuir su intensidad. En una bandeja de 50 x 20 cm, se pueden colocar hasta 6.000 huevos (Estevez, 1990, 144).

Harvey y Hoar (1980,28), manifiestan que, el equipo de incubación cubierto puede tener un diseño sencillo, sus principales funciones son proporcionar suficiente agua circulante para mantener un suave movimiento rodante de los huevos, a fin de remover fácilmente los desechos como huevos muertos y cascarones, además permite la extracción de las larvas para transferirlas al estanque de cría.

La sala de incubación es un recinto cerrado protegido de luz solar cuyo tamaño depende de la cantidad de semilla a producir, dentro de este se encuentra las incubadoras y los canales para recibir las ovas embrionadas y/o larvas recién eclosionadas. Se recomienda que el agua a utilizar sea previamente filtrada (Eraso, 224).

4.13 CLASES DE INCUBADORAS

Según Amaya y Anzola (22,23), afirman que existen 2 tipos de incubadoras que son:

a. Incubadoras Rectangulares. Tienen como función, el mantenimiento de ovas y de alevinos, en sus primeros estadios; dentro de los canales se colocan las bandejas de incubación. Las dimensiones de estos canales son variadas, pero se aconseja que no sobrepasen de 5,0 m de largo y una anchura de 0,60 m y una profundidad de 45 cm, ya que tamaños mayores dificultan el manejo de huevos, por todo lo anterior se deben construir en parejas con una altura del piso de 1,0 m.

La superficie interna debe ser lisa en sus paredes, como en el fondo, evitando rugosidad que maltraten a los huevos y alevinos, con un pequeño desnivel hacia la parte inferior; el desagüe se efectúa mediante un tubo colocado en la parte final del canal, el cual determina el nivel del agua. Para evitar fugas de alevinos con saco vitelino, se debe colocar rejillas antes de los tubos de entrada y salida del agua.

b. Incubadoras Verticales. Presentan algunas ventajas y desventajas en relación de los métodos tradicionales ya que ocupan menos espacio, requieren menor cantidad de agua pero más pura, tiene mayor poder de incubación por m²; no sirve para el sostenimiento en sus primeros estadios, esta ligada con la cantidad de agua que se le suministre a los huevos y de ellos depende la carga a colocar por bandeja.

Los mismos autores (25), puntualizan que la circulación en cada una de las bandejas es máxima; presenta una bandeja con canales laterales de circulación y dentro de esta otra que es la portadora de los huevos cuya etapa está formada por una malla. El agua entra y baña completamente los huevos para salir por los canales y pasar a la bandeja inferior, existe un botón con un rastrillo de aluminio que pasa por debajo de la bandeja y es utilizado para su limpieza

Dependiendo del tamaño y diámetro de los huevos las bandejas pueden sostener diferentes cargas, como lo indica la Tabla 3.

Tabla 3. Cantidad de ovas en diferentes dimensiones de bandejas.

Dimensiones de las bandejas (cm)	Número de ovas
50 x 20	6.000
50 x 30	9.000
50 x 40	12.000
60 x 40	15.000

Amaya y Anzola (1988).

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 LOCALIZACION

El presente trabajo se realizó en la estación piscícola Guairapungo ubicada en la vereda Casapamba corregimiento del Encano, perteneciente a la corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO) a 26 km al oriente del Municipio de Pasto. Limita al norte con la Florida, Chachagüi y Buesaco, al sur con el Departamento del Putumayo y Funes, al oriente con Buesaco y el Departamento del Putumayo y por el occidente con Tangúa y Consacá. El corregimiento de Encano se encuentra a una altitud de 2.875 m,s,n,m, con una temperatura promedio de 11°C y una humedad relativa promedio del 87%, con pluviosidad de 1748 mm anual, Instituto de hidrología, meteorología de estudios ambientales (IDEAM, 1988, 5)(Figura 2).

La estación piscícola se encuentra ubicada en cercanías al lago Guamuez, el cual está formado en una de las depresiones en la parte Oriental del Nudo de los Pastos en la cordillera Centro Oriental y hace parte de la Cuenca Amazónica. Se localiza en las coordenadas de 01°09' de latitud norte y 77°07' de longitud oeste (CORPONARIÑO, 1990, 5).

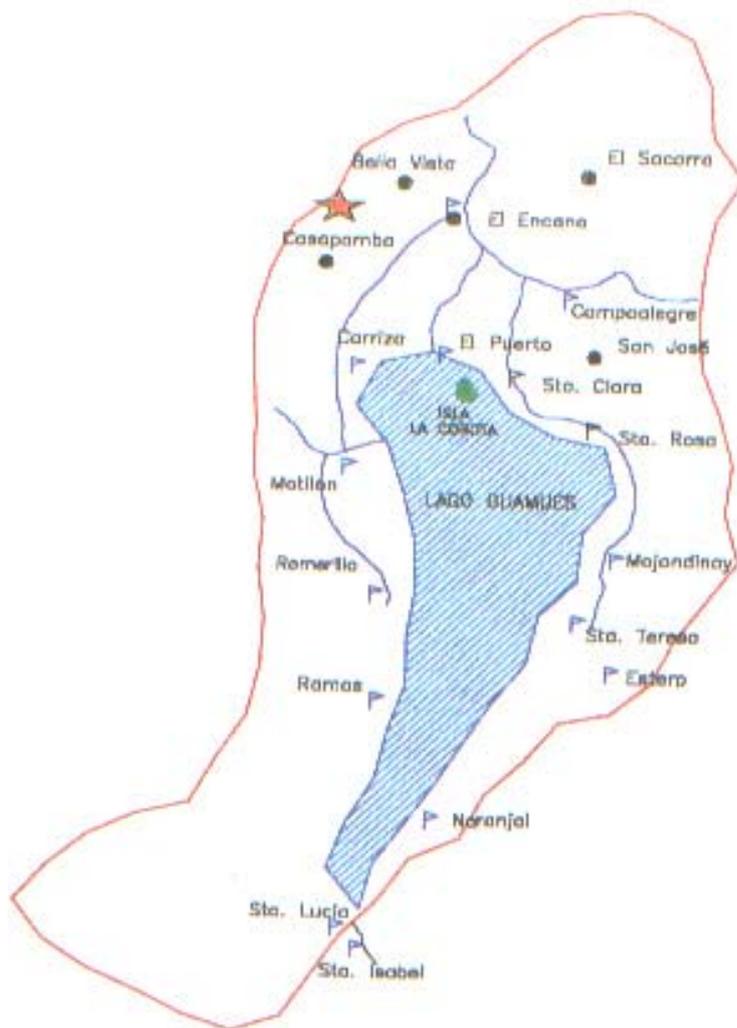


Figura 2. Sitio de estudio (Vereda Casapamba) Estación piscícola Guairapungo.

5.2 INFRAESTRUCTURA EQUIPOS Y UTENSILIOS

La estación piscícola Guairapungo cuenta con una área total de 7.200 m², los cuales están distribuidos así:

5.2.1 Estanques. Cuatro estanques en tierra de 20 m de largo, 10 m de ancho y 1,80 m de profundidad los cuales son abastecidos por un canal distribuidor construido en cemento con un largo de 60 m, ancho 0,32 m y una profundidad de 0,5 m; con un caudal de 36,6 L / sg donde se mantienen padrotes con una edad promedio de cuatro años y una densidad de cuatro animales por metro cúbico.

Once estanques en tierra de 12 m de largo, 3,0 m de ancho y una profundidad de 1,20 m los cuales son abastecidos por un canal distribuidor construido en cemento de 60 m de largo, 0,30 m de ancho y una profundidad de 0,50 m, a una densidad de cinco animales por metro cúbico, con un caudal de 26,65 L/sg; y dos estanques en cemento cubiertos de 12,60 m de largo, 2,20 m de ancho y una profundidad de 1,60 m donde se albergan aproximadamente 1500 animales, quienes serán los próximos reproductores.

Para la cría de 500 juveniles se cuenta con dos estanques en cemento de 3,80 m de largo, 1,50 m de ancho y 0,60 m de profundidad.

5.2.2 Sala de Incubación. Tiene un área total de 70 m² distribuidos en nueve piletas en cemento con un largo de 3,30 m y 0,36 m de ancho y 0,25 m de profundidad en donde se colocan bastidores con ovas.

5.2.3 Sala de Alevinaje Fase 1. Posee un área total de 81m², con un caudal de 2,50L/sg y ocho piletas en cemento de 3,50 m de largo, 0,60 m de ancho y 0,50 m de profundidad, además cuenta con tres piletas con un largo de 3,50 m, un ancho de 0,35 m y una profundidad de 0,28 m.

5.2.4 Sala de Alevinaje Fase 2. Cuenta con un área total de 162 m² ,con un caudal de 4,0 L / sg. Posee 20 piletas de 3,40 m de largo, 1,0 m de ancho y 0,70 m de profundidad. En esta sala se encuentran los alevinos para la venta.

La estación también cuenta con una bocatoma, tres desarenadores, una bodega y una cabaña.

Para el buen desarrollo de la práctica de pasantía se consideró básico los siguientes equipos, implementos y reactivos:

- Balanza Gramera: Con una capacidad de 0.1 g hasta 610 g, utilizada en el pesaje de ovas.

- Estereoscopio: Este equipo se utilizó para la observación de ovas durante su incubación.
- Termómetro: En grados centígrados, con el fin de conocer la temperatura del agua de la sala de incubación.
- Molinete: Equipo utilizado para la medición del caudal de la quebrada Casapamba.
- Cronómetro: Utilizado en la medición de tiempo para aforar el agua de la sala de incubación.
- Balde plástico: Con una capacidad de 12 litros, empleado para medir el caudal de agua en la sala de incubación.
- Azul de metileno: Usado para profilaxis durante la incubación de ovas.
- TMS 222: Anestésico (tricaine sulfonato de metano) el cual se utilizó como tranquilizante para reproductores de trucha.
- Tina: Con una capacidad total de 40 litros de agua, donde se colocaron los reproductores de trucha para el desove.
- Chinchorro: Con una longitud de 12,0 m de largo por 1,20 m de alto, utilizado en la captura de reproductores para su respectiva observación.
- Decámetro: Instrumento que se utilizó en la medición del área del sedimentador y el trayecto del tubo conductor.
- Escobas y cepillos: Implementos utilizados en la limpieza de piletas, desarenadores, canal de conducción y oxigenación.

- Bastidores: Elaborados en madera, con una longitud de 50 cm de largo por 30 cm de ancho, con una capacidad total de 9.000 ovas.
- Succionadores: Utilizados para el retiro de ovas muertas.
- Coladores: Se emplearon para colocar las ovas muertas procedentes de bastidores.
- Tanque: Con una capacidad total de 1.000 litros, empleado para desinfectar implementos de labores diarias.
- Caneca plástica: Con una capacidad de 50 litros, donde se transportó los animales aptos para la reproducción.
- Frascos esterilizados y galones plásticos: Se utilizaron en la toma de muestras para el análisis físico-químico y microbiológico del agua que abastece la sala de incubación.
- Nasas: Implementos para transporte de reproductores.
- Los siguientes reactivos e instrumentos de laboratorio se utilizaron en la determinación de la cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua de la fase de incubación:
 - Bureta de 10 ml.
 - Erlenmeyer de 500 ml.
 - Solución de cloruro de manganeso al 50%.
 - Solución de sosa yodada (50 g de sosa disuelta en 100 ml de yoduro de potasio).
 - Solución de ácido sulfúrico al 50%.
 - Solución de hiposulfito sódico (tiosulfato) N/80.
 - Indicador en polvo (tiodeno).

5.3 DESCRIPCION DE LAS VARIABLES

5.3.1 Infraestructura. La sala de incubación cuenta en su exterior con una torre de cemento donde llega el agua que abastece a esta sala, ahí se encontró un sedimentador de 1,50 m² y una profundidad de 0,50 m, situado a 4,0 m de altura. Cuando el sedimentador se somete al debido funcionamiento, el agua rebosa por su parte lateral, por lo tanto el diseño de construcción no permite la debida retención de partículas sólidas que afecte el sistema de producción de ovas de trucha arco iris en la estación piscícola Guairapungo.

Luego existe un canal de conducción y oxigenación en forma de gradas de 10,0 m de largo, elaborado en cemento, el cual se encontró en regular estado ya que se observa grietas y desmoronamientos que podrían disminuir la calidad del agua principalmente la cantidad de oxígeno disuelto, parámetro fundamental en el desarrollo normal de las ovas.

Al finalizar el canal de conducción y oxigenación existe una cámara receptora elaborada en cemento con un área de 0,70 m² y una profundidad de 0,40 m, esta cámara se encuentra en buenas condiciones de infraestructura pero su funcionalidad no es la mejor debido a que no presenta una válvula para realizar la respectiva limpieza y, la toma de agua del tubo distribuidor se encuentra en el fondo de la cámara capturando muchas partículas indeseables que afecte la producción de ovas.

El tubo distribuidor se encuentra en óptimas condiciones, con una distribución homogénea de agua para las nueve piletas, está elaborado de PVC, con un diámetro de tres pulgadas y un largo de 8,0 m, tiene al final del recorrido una válvula de desagüe la cual facilita el lavado de las piletas.

En la parte interna se encuentran nueve piletas rectangulares de flujo horizontal, la salida de agua es por rebose, están construidas en cemento, de las cuales ocho son destinadas para la incubación de ovas y una para desinfección.

Estas piletas se encuentran cubiertas por teja de eternit que evitan la entrada de rayos solares, los cuales son perjudiciales en el desarrollo de las ovas; se observó agujeros que permiten la entrada de lluvia deteriorando y enlagnando la parte interna de la sala.

5.3.2 Calidad y cantidad de agua. Para establecer la calidad del agua se tomaron muestras físico químicas de un sector de la quebrada Casapamba como también de la sala de incubación.

Las muestras de agua para los análisis de parámetros físico químicos y microbiológicos del agua que abastece la sala de incubación se tomaron en tres puntos estratégicos del recorrido; el primero se tomó en la cámara receptora o entrada, el segundo punto fue en las canaletas de flujo horizontal y el tercero en la parte final o salida.

Para cuantificar el oxígeno disuelto del agua de la quebrada Casapamba y en los tres puntos establecidos anteriormente, se utilizó el método de Winckler, aunque su exactitud varía de 0,5 a 1,0 ml/L de oxígeno disuelto. Para el análisis de este parámetro físico se aplicó el siguiente protocolo:

- Se llenó totalmente de agua el Winckler de 250 ml y se cerró bien para evitar la formación de burbujas de aire en su interior.
- Luego se adicionó 1,0 ml de cloruro de manganeso y 1,0 ml de sosa yodada y se tapó nuevamente sin formar burbujas de aire; se dejó reposar durante 20 minutos donde se obtuvo un precipitado de color marrón.
- Se agregó 4,0 ml de ácido sulfúrico donde se produjo una solución de color amarilla.
- Se tomó 50,0 ml de la anterior solución en un erlenmeyer y se adicionó 0,5 ml de tiodeno, el cual tornó la solución de color azul.
- Se procedió a titular con hiposulfito sódico hasta que se obtuvo un viraje de la solución de azul a incoloro.
- Se anotó la cantidad de hiposulfito sódico utilizado en la titulación.

La cantidad de hiposulfito sódico utilizado en los sitios determinados fueron los siguientes:

- Quebrada Casapamba:	4,90 ml
- Cámara receptora:	4,63 ml
- Pileta de flujo horizontal:	4,70 ml
- Salida:	4,37 ml

Para el análisis de los demás parámetros como pH, turbidez, conductividad, alcalinidad, dureza, amonio, nitratos, nitritos, sólidos totales, DBO₅, DQO, coliformes totales y coliformes fecales, se procedió a llenar el agua en galones plásticos debidamente rotulados, estas muestras fueron enviadas al laboratorio de química de la Universidad de Nariño el 27 de junio de 2000.

Para determinar la cantidad de agua se aforó una sección de la quebrada Casapamba el 15 de junio del año 2000, para esto se utilizó un molinete. El agua abastece la sala de incubación y la fase de alevinaje. También se realizó la medición longitudinal del tubo PVC, el cual conduce el agua desde la quebrada hasta el sedimentador, igualmente se calculó su caudal aplicando el método volumétrico.

5.3.3 Producción de ovas. Se seleccionaron machos mayores de un año y medio de edad con un peso de 700 a 2000 gramos, y hembras mayores de dos años de edad con un peso de 1000 a 3000 gramos, estos animales aptos para el desove se introdujeron en una tina con 20 litros de agua mezclado con tranquilizante TMS 222 en una dosis de 50 ml durante un tiempo de tres a cinco minutos (Figura 3).

Cuando el tranquilizante hizo efecto se manipuló en forma adecuada todos los reproductores, aplicando el método seco, se tomó una franela húmeda y se tomaron a los animales de tal forma que la cabeza este dirigida hacia arriba y el vientre hacia el recipiente vacío donde se recolectó los huevos los cuales presentan un color anaranjado.



Figura 3. Reproductores sometidos a tranquilizante.

Con técnica análoga se tomó un macho para la extracción de esperma siendo el de mayor calidad el de aspecto lechoso y cremoso de forma simultánea; se utilizó una proporción de dos hembras por cada macho con el fin de fecundar los huevos extraídos y con una pluma de ave se homogeneizó durante tres minutos (Figura 4). Esta mezcla se tapó por un periodo de 15 minutos hasta que el espermatozoide penetró al huevo a través de micropilo.

Para calcular la cantidad aproximada de ovas para la siembra fue necesario la aplicación del método gravimétrico establecido por Eraso (229), donde se procedió a contar una determinada cantidad de ovas, luego se pesó aquella cantidad determinada, y por último se pesó la cantidad total producida.

5.3.4 Densidad de siembra. Durante la pasantía de Abril a Julio de 2000 se manejó la densidad dependiendo principalmente de la cantidad de huevos a incubar, así como el diámetro de las mismas y el área total del bastidor, con el fin de mejorar el intercambio gaseoso de ovas en el sistema de producción.

5.3.5 Mortalidad. Se retiró las ovas de color blanquecino (muertas) con succionadores en forma diaria, desde la fecundación hasta la eclosión, donde esta cantidad se registró en fichas para su posterior análisis.



Figura 4. Homogenización de huevos y esperma de trucha.

En la mortalidad de ovas fue necesario estimar diferentes causas que influyeron directamente en los resultados obtenidos, estas causas fueron:

- a. Sedimentación: Son partículas en suspensión que recubren las ovas y por lo tanto mueren por asfixia.
- b. Manejo: Durante la fase de incubación existen etapas donde las ovas no soportan en absoluto movimientos leves principalmente cuando son fecundadas y posteriormente colocados en agua.
- c. Infertilidad: Después de tres días que los huevos han ocupado la cavidad abdominal de la hembra el grado de fertilidad disminuye.

5.3.6 Eclosión. Para calcular el tiempo de eclosión se registró diariamente la temperatura del agua, con el fin de conocer la duración de grados/día durante la fase de incubación, y observar las diferentes etapas de desarrollo.

Conocido el total de ovas muertas en cada siembra, se lo resto al número de ovas incubadas, para obtener el número de ovas eclosionadas.

5.3.7 Manejo profiláctico. En la estación piscícola Guairapungo se utilizó el azul de metileno como principal desinfectante tanto para ovas, piletas y utensilios. La limpieza de

desarenadores, filtros, cámaras de recepción y canal de conducción se realizaron en forma diaria para evitar acumulación de sedimentos, con lo cual se evito la presencia de organismos patógenos.

La solución madre de azul de metileno se preparó diluyendo 0,6 g en un litro de agua, de lo cual se utilizó una dosis de 80 ml en 40 litros de agua, aplicado para la desinfección de utensilios. Los utensilios usados en la sala de incubación se dejaron 24 horas antes de su respectiva utilización en esta solución de azul de metileno.

Para la desinfección de piletas se aplicó 30 ml de la solución madre de azul de metileno en 10 litros de agua por pileta, de igual manera se mantuvieron las ovas durante tres minutos en una frecuencia de dos veces por semana con la aplicación de 100 ml de solución madre de azul de metileno en 100 litros de agua colocados en una canaleta especial para desinfección.

5.4 VARIABLES EVALUADAS

5.4.1 Infraestructura. Se evaluó la sala de incubación teniendo como base fundamental su diseño para así obtener su funcionalidad, dependiendo del requerimiento de la especie.

5.4.2 Calidad y cantidad de agua. En cuanto a calidad de agua se realizó análisis de parámetros físico químicos y microbiológicos de agua, mediante muestras que se enviaron al Laboratorio de la Universidad de Nariño, estas muestras se tomaron en un sector de la quebrada Casapamba y en la sala de incubación. Para calcular la cantidad de oxígeno disuelto en el agua de los sitios anteriormente mencionados, fue necesario la aplicación del método de Winckler, utilizando la siguiente fórmula:

Oxígeno disuelto en mg/L = Volumen de hiposulfito utilizado x 2.

La medición del caudal de agua de la quebrada Casapamba se llevó a cabo mediante la utilización del molinete, y en el cálculo de la cantidad de agua que surte la sala de incubación, se aplicó el método de volumetría, empleando la fórmula:

Caudal de agua = Cantidad de agua / Tiempo de llenado

5.4.3 Producción de ovas. Se obtuvo mediante la homogenización de los huevos maduros producidos por la hembra junto con el esperma del macho donde se efectuó la fertilización, para luego ser llevados a la sala de incubación. Posteriormente se calculó la cantidad aproximada de ovas mediante la aplicación del método gravimétrico, cuya fórmula se describe a continuación:

Cantidad de ovas =
$$\frac{\text{Número de ovas de la muestra} \times \text{Peso total de las ovas}}{\text{Peso de la muestra}}$$

5.4.4 Densidad de siembra. La siembra se realizó teniendo en cuenta el tamaño de las ovas, como también el número de las mismas en una área determinada, cumpliendo con los rangos permitidos en esta fase, de acuerdo al manejo establecido por la estación piscícola Guairapungo.

5.4.5 Mortalidad. Mediante registros diarios se evaluó la cantidad de ovas muertas y se determinó el porcentaje de mortalidad teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de mortalidad: } \frac{\text{Número de ovas muertas}}{\text{Número de ovas sembradas}} \times 100$$

5.4.6 Eclosión. En cuanto a la eclosión de huevos fue necesario el registro diario de la temperatura del agua y los grados día requeridos en la incubación de ovas para esta especie.

Se determinó el porcentaje de eclosión relacionando el número de ovas eclosionadas con el número total de ovas sembradas, mediante la fórmula:

$$\text{Porcentaje de eclosión: } \frac{\text{Número de ovas eclosionadas}}{\text{Número de ovas sembradas}} \times 100$$

5.4.7 Manejo profiláctico. Se tuvo en cuenta los métodos profilácticos aplicados y manejados por técnicos que operan en la estación. Se realizó limpieza diaria del

desarenador, canal de conducción y oxigenación, cámara receptora y piletas con azul de metileno.

6. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 INFRAESTRUCTURA

Para mejor funcionalidad del sedimentador, el 28 de mayo de 2000 se realizó la construcción en forma adecuada de cuatro cámaras, de las cuales la primera y la cuarta tuvieron un área de 0,42 m², y tanto la segunda como la tercera contaron con un área de 0,33 m², todas estas cámaras tienen su respectivo conducto de salida y desagüe para la limpieza (Figura 5).

Esto ayudó a la retención de materiales en suspensión, ya que el agua que abastece la sala de incubación, presentó una cantidad excesiva de partículas sólidas en suspensión, por lo cual, en una estación piscícola dedicada a la incubación de ovas se debe disponer de un filtro previo para la retención de partículas sólidas que afecten la producción de ovas (Blanco, 59).

El nuevo sedimentador resultó eficiente cuando no se presentaron lluvias o estas fueron moderadas (menores de 20 mm por día), en cambio cuando la precipitación fue alta (por encima de 20 mm por día), la funcionalidad fue baja debido a que la capacidad de las



Figura 5. Cámaras sedimentadoras por rebose.

cámaras no fue suficiente para la cantidad de agua que recibe, por lo tanto la sedimentación de partículas sólidas fue mínima (Tabla 4).

El deterioro presentado en varios sitios del canal de conducción y oxigenación no afectaron el oxígeno disuelto disponible en el agua, ya que Blanco (113-114), menciona que el oxígeno disuelto requerido para incubación de ovas de trucha se encuentra entre 4,5 a 7,0 mg/L y el agua de la estación contó con valores de 9,26 mg/L un valor muy por encima del requerido.

Debido a la mala ubicación del tubo distribuidor en la cámara receptora, la calidad del agua para la incubación de ovas de trucha se vio afectada por la cantidad de sedimento que penetró a través de él. Según Roberts y Shepherd (89), afirman que las partículas sólidas en suspensión asfixian los huevos produciendo pérdidas notables en una estación piscícola dedicada a la producción de ovas.

Las nueve piletas de flujo horizontal no presentaron problemas que afectaron el desarrollo normal de los huevos, ya que estas piletas contaron con las características descritas por estudios realizados por Amaya y Anzola (22,23), durante la incubación de ovas de trucha (Figura 6).

Tabla 4. Registro diario de precipitación (mms) en el Corregimiento del Encano en el año 2000.

DIAS	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
1	0.50	1.10	6.40	29.50	0.80	0.80	8.60	0.00	0.10	0.60	4.80	1.20
2	3.60	6.20	8.20	0.40	5.50	3.20	2.70	0.60	0.10	1.00	0.00	1.00
3	1.90	2.20	1.40	1.50	10.90	4.30	9.41	2.60	5.50	6.10	0.00	0.10
4	0.00	1.40	4.60	23.50	8.10	1.40	0.60	5.10	14.80	4.10	0.00	0.40
5	0.70	11.10	2.90	1.60	0.40	1.00	1.31	2.31	21.70	7.00	0.00	0.70
6	2.30	2.80	1.90	0.50	0.40	0.70	0.00	1.90	1.80	0.00	0.00	8.40
7	0.50	0.00	0.00	1.70	1.20	0.00	4.90	23.70	6.11	0.60	0.00	1.30
8	7.10	0.00	2.70	0.10	0.20	1.40	1.50	0.50	2.90	1.20	1.20	4.50
9	0.50	0.00	10.50	21.20	6.00	0.10	0.00	2.90	5.20	2.20	0.00	0.90
10	4.10	6.10	1.60	3.90	0.80	2.20	1.30	3.50	2.30	5.30	0.00	1.00
11	0.30	0.20	0.10	0.20	4.30	4.20	6.30	1.50	0.00	0.40	3.10	0.10
12	0.00	0.00	0.00	21.40	0.50	11.80	5.60	0.30	8.10	0.50	0.00	0.00
13	2.00	4.30	0.00	12.00	3.50	0.40	7.50	0.50	9.30	0.80	4.40	0.00
14	0.50	17.10	0.40	3.80	6.30	0.00	5.50	6.70	2.41	0.90	0.10	0.10
15	8.20	0.00	0.40	11.50	0.11	24.70	0.10	6.80	0.10	0.20	19.50	0.40
16	2.90	0.00	0.00	7.50	9.10	26.20	0.00	2.90	1.80	0.30	2.20	0.00
17	20.00	1.10	19.20	2.10	32.10	15.30	0.00	4.80	0.21	2.41	2.20	26.00
18	0.10	3.20	0.70	10.10	15.80	0.20	3.70	5.40	0.51	4.40	4.30	0.60
19	0.40	0.00	1.60	7.80	8.40	2.90	19.00	8.00	0.51	0.20	2.30	0.00
20	3.40	0.00	0.00	2.80	44.10	12.50	15.20	4.50	0.30	1.50	0.30	0.00
21	4.40	23.10	0.40	0.20	23.41	2.80	0.10	2.60	0.50	4.60	0.50	0.00
22	4.30	4.80	0.10	5.60	31.20	15.60	3.91	3.60	2.10	0.00	0.50	0.20
23	0.00	2.30	9.30	0.10	9.80	14.20	6.30	1.60	0.90	0.80	1.30	5.50
24	0.00	5.60	14.10	2.80	21.80	0.00	2.60	4.30	10.30	1.80	4.80	4.10
25	0.10	15.61	7.70	0.40	7.80	0.10	3.40	6.51	10.00	0.00	5.50	2.60
26	0.00	7.00	0.10	3.50	184.00	0.50	6.50	0.00	0.70	3.00	1.20	1.60
27	4.80	0.50	4.70	1.90	21.50	0.60	3.70	3.71	0.00	0.41	0.10	4.50
28	4.50	13.00	2.30	0.90	3.90	0.10	0.40	0.10	0.00	0.00	2.10	5.00
29	5.00	29.90	5.70	0.30	4.30	18.20	0.00	5.70	8.30	0.00	1.60	7.80
30	6.70	0.00	1.90	2.30	2.60	7.20	0.00	0.40	2.80	13.80	0.50	0.20
31	2.10	1.80	0.00	5.60	0.00	0.00	9.90	0.00	2.80	0.00	7.30	0.00
Total	91.20	159.00	110.70	181.60	305.10	171.70	120.13	122.80	119.30	51.40	63.00	85.80



Figura 6. Piletas de flujo horizontal para la incubación de ovas.

6.2 CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA

Los análisis físico-químicos y microbiológicos que se obtuvieron en la estación Guairapungo fueron favorables para la producción de ovas de trucha (Tabla 5).

Algunos parámetros se encontraron dentro de los rangos permisibles, que permitieron el normal desarrollo de huevos durante la fase de incubación, como fueron:

- pH
- Conductividad
- Oxígeno disuelto
- Temperatura
- Alcalinidad
- Dureza
- Amonio
- Nitratos
- Nitritos
- Coliformes fecales
- Coliformes totales

Otros parámetros obtenidos resultaron no convenientes para un sistema de producción de

Tabla 5. Resultados del análisis físico químico y microbiológico del agua de la estación Guairapungo.

Parámetros	Sala de incubación			Quebrada Casapamba	Rangos permisibles
	Entrada	Recorrido	Salida		
pH	7,19	7,01	7,13	7,08	6 a 9
Conductividad us/cm	57,70	57,60	57,90	33,00	< 560
Turbidez UNT	3,20	3,50	3,60	1,00	< 3
Oxígeno disuelto mg/L	9,26	9,40	8,74	9,80	8 a 10
Temperatura °C	11,00	11,00	11,00	11,00	10 a 15
Alcalinidad mg/L	18,60	22,80	24,60	17,10	15 a 175
Dureza mg/L	22,60	24,20	22,00		> 20
Amonio mg/L	0,16	0,14	0,10		< 1
Nitratos mg/L	6,20	3,90	5,50		< 10
Nitritos mg/L	0,18	0,20	0,17		< 0,25
Sólidos totales mg/L	87,00	89,00	84,00		Menores de 75
DBO	3,60	3,70	3,00		Menores de 3
DQO	4,06	4,12	3,98		Menores de 2
NMP Coliformes fecales/ml	11,00	21,00	28,00		Menores de 30
NMP Coliformes totales/ml	150,00	240,00	240,00		Menores de 250

Laboratorio Química, Universidad de Nariño.

ovas, ya que produjeron contaminación, incrementaron mortalidades, como fueron:

Turbidez. Este parámetro físico se encontró en 3,50 UNT, un valor alto según datos comparados con Blanco (31,32), quien recomienda que el rango normal para la producción de ovas no debe ser superior a 3,0 UNT. Los valores encontrados afectan los intercambios gaseosos a través de la membrana del huevo, produciendo asfixia por acumulación de partículas sólidas en suspensión.

Sólidos Totales. El rango recomendado de sólidos totales para la producción de ovas según Stevenson (58), debe ser menor de 75,0 mg/L, mientras que datos obtenidos en este estudio fueron de 89,00 mg/L de sólidos totales (encima de los valores estipulados por dicho autor) lo cual aumentó el porcentaje de mortalidad de ovas; este parámetro esta relacionado con turbidez, y por lo tanto las consecuencias llevaron a una alteración del desarrollo normal de las ovas.

En el aforo de la quebrada Casapamba realizado el 15 de Junio del año 2000 se obtuvo un caudal de 25 litros / segundo, el cual se encontró en los parámetros requeridos para la explotación en esta fase de desarrollo, ya que según Blanco (59), de las piscifactorías dedicadas a la incubación, un porcentaje pequeño del caudal total se debe destinar a estas necesidades.

El tubo que conduce el agua desde la quebrada hasta el sedimentador tiene un trayecto de 150 m y un diámetro de tres pulgadas y un caudal de 2,25 L/sg, donde a cada pileta se abastece 12,0 L/minuto, controlado por llaves de paso. En la base de dicha pileta se encontró un tubo PVC de media pulgada de diámetro, con orificios que permitieron la entrada de agua, que originó leve movimiento y oxigenación a 18.000 ovas como capacidad total por pileta. Comparando con lo que Arroyo (45), manifiesta que el caudal necesario para 18.000 ovas es de 9,0 L/minuto, por lo cual 12,0 L/minuto encontrado en la estación, si se encuentra en los valores establecidos por dicho autor para la explotación de ovas.

6.3 PRODUCCION DE OVAS

Durante los tres meses de pasantía se obtuvo una producción total de 202.000 ovas, las cuales se distribuyeron de acuerdo al tamaño en tres grupos, el grupo **A** fueron ovas de mayor tamaño las cuales oscilaron entre 4,0 a 5,0 mm de diámetro, estas provinieron de hembras adultas mayores de cinco años; el grupo **B**, fueron ovas de menor tamaño (entre 3,0 a 4,0 mm de diámetro), que se obtuvieron de hembras jóvenes maduras sexualmente, cuya edad estaba entre cuatro a cinco años; el grupo **C**, fueron ovas menores de 3,0 mm de diámetro, que provinieron de hembras jóvenes iniciando su periodo reproductivo y cuya edad fue menor de cuatro años, donde la mayor cantidad provino de hembras maduras entre cuatro a cinco años de edad, pertenecientes al grupo B, el cual representó el 49,78% como lo indica la tabla 6. Durante esta época las hembras maduras

Tabla 6. Registro de producción de ovas de trucha arco iris en la estación piscícola Guairapungo de Abril a Julio de 2000.

Siembra	Fecha	Cantidad	%	Grupo					
				A	%	B	%	C	%
1	Abril 27 /2000	11000	5.45	3080	28	5280	48	2640	24
2	Mayo 4 /2000	14000	6.93	4200	30	7000	50	2800	20
3	Mayo 11 /2000	26000	12.87	7540	29	12740	49	5720	22
4	Mayo 18 /2000	24000	11.88	7440	31	12240	51	4320	18
5	Mayo 25 /2000	19000	9.41	5510	29	8930	47	4560	24
6	Junio 1 /2000	18000	8.91	4860	27	9000	50	4140	23
7	Junio 8 /2000	30000	14.85	9000	30	15600	52	5400	18
8	Junio 15 /2000	16000	7.92	4960	31	7840	49	3200	20
9	Junio 22 /2000	27000	13.37	7560	28	13770	51	5670	21
10	Junio 29 /2000	17000	8.42	5440	32	8160	48	3400	20
TOTAL		202000	100	59590	24,49	100560	49,78	41850	20,73

sexualmente se encontraron en un nivel alto de producción de huevos, debido a que hembras entre cuatro a cinco años de edad se encuentran en el ciclo máximo de producción, tal como lo manifiesta Eraso (226).

En Junio ocho del año 2000 se obtuvo 30.000 ovas representando la mayor producción durante la pasantía, incrementando también los tres grupos establecidos, debido a que se hizo una adecuada selección de reproductores y que se aplicó técnicamente los conocimientos prácticos adquiridos en la estación.

6.4 DENSIDAD DE SIEMBRA

La densidad en el cultivo de ovas depende principalmente de la cantidad de agua, del contenido de oxígeno disuelto y del área del bastidor. Los bastidores que se utilizaron en piletas de la sala de incubación fueron de 50 x 30 cm, los cuales soportaron una densidad de 7.183 ovas, como lo indica la tabla 7.

Estas densidades están dentro de los rangos reportados por Amaya y Anzola (25), quienes mencionan que la capacidad total por bastidor de 30 cm x 50 cm que se puede utilizar en un sistema de producción de ovas, es de 9.000 huevos. El valor que se obtuvo en la estación fue menor que lo recomendado por dichos autores, hecho que pudo favorecer el intercambio gaseoso, evitando aglutinamiento entre ellas y mejorando su desarrollo.

Tabla 7. Densidad de siembra de ovas de trucha en bastidores.

Cantidad de bastidores	Diámetro de ova en mm	Cantidad total de ovas	Peso por ova en g	Ovas por bastidor
10	> 4	59590	> 0,07	5959
14	3 a 4	100560	0,05 a 0,07	7183
10	< 3	41850	< 0,05	4185

6.5 MORTALIDAD

El agua no presentó condiciones óptimas en cuanto a partículas sólidas en suspensión, lo que contribuyó al incremento de mortalidad de ovas en la fase de incubación, donde se presentó la mayor mortalidad a causa de la sedimentación (Figura 7), producida por la época invernal como se observa en la Gráfica 1; le siguieron en menor proporción la infertilidad y el manejo (Tabla 8).

Las causas importantes de la mortalidad por infertilidad fue posiblemente la falta de penetración del espermatozoide al huevo, o bien el huevo se paso del periodo fértil como lo afirman Amaya y Anzola (20). Los huevos infértiles fueron aquellos que se los retiró durante las primeras 72 horas después de la fecundación, ya que en este periodo ni siquiera se manipulo, para así determinar la cantidad de ovas muertas por esta causa.

La cantidad total de ovas muertas a causa de manejo fue de 15.019 huevos siendo él mas bajo de las tres causas justificadas.

La mortalidad total durante el tiempo de pasantía fue de 87.570 ovas que representó el 43,35%, este porcentaje de mortalidad sobrepaso el nivel máximo según Amaya y Anzola (33), quienes manifiestan que no debe ser superior al 22%.



Figura 7. Ova muerta a causa de sedimento.

Gráfica 1. Precipitación anual (mms) durante 1997-2001 en el Corregimiento del Encano

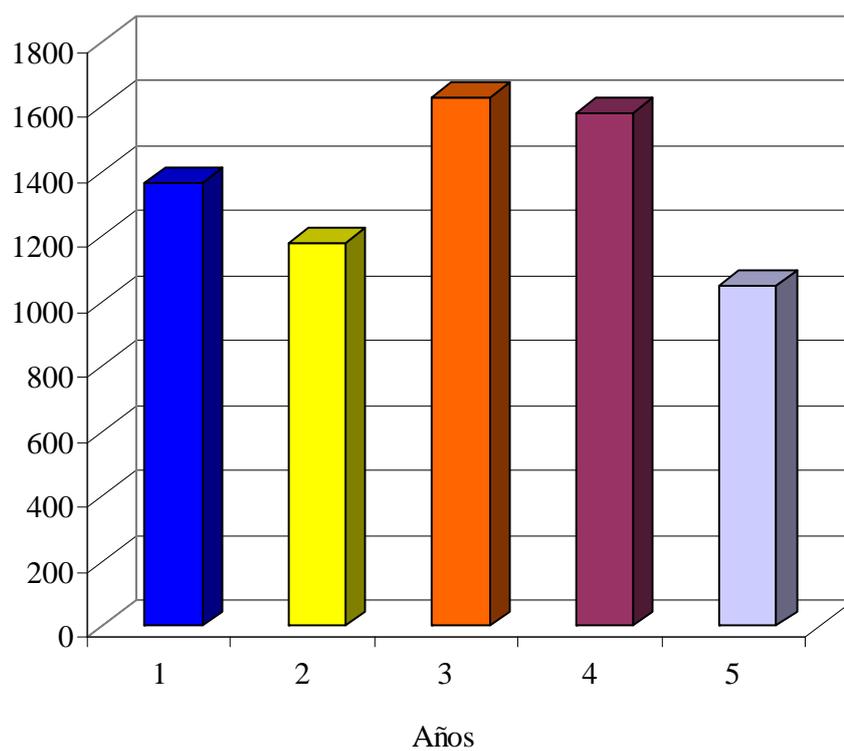


Tabla 8. Registro de mortalidad de ovas de trucha arco iris en la estación piscícola Guairapungo de Abril a Julio de 2000.

Fecha de siembra	Cantidad	Mortalidad						TOTAL	%
		Sedimento	%	Infertilidad	%	Manejo	%		
Abril 27 /2000	11000	2788	25.35	1038	9.44	1124	10.22	4950	45.00
Mayo 4 /2000	14000	3432	24.51	1552	11.09	1616	11.54	6600	47.14
Mayo 11 /2000	26000	6646	25.56	3189	12.27	2945	11.33	12780	49.15
Mayo 18 /2000	24000	5940	24.75	2099	8.75	1861	7.75	9900	41.25
Mayo 25 /2000	19000	4026	21.19	1679	8.84	1615	8.50	7320	38.53
Junio 1 /2000	18000	3654	20.30	1270	7.06	1376	7.64	6300	35.00
Junio 8 /2000	30000	9120	30.40	1550	5.17	1490	4.97	12160	40.53
Junio 15 /2000	16000	5040	31.50	605	3.78	655	4.09	6300	39.38
Junio 22 /2000	27000	9688	35.88	1392	5.16	1340	4.96	12420	46.00
Junio 29 /2000	17000	6718	39.52	1125	6.62	997	5.86	8840	52.00
TOTAL	202000	57052	28,25	15499	7,67	15019	7,43	87570	43,35

6.6 ECLOSION

La temperatura promedio del agua de la sala de incubación fue de 11,0°C (Gráfica 2), valor ubicado en el rango óptimo para el desarrollo embrionario de las ovas, como lo estipula (Cachafeiro, 214).

Durante la fase de incubación de huevos de trucha arco iris en la estación piscícola Guairapungo se observaron notablemente dos fases (Tabla 9).

La primera denominada ova verde, que comprendió desde la fecundación hasta la aparición de los ojos que duró aproximadamente de 16 a 17 días, donde el embrión se desarrolló lo suficiente como para que se vean los ojos como dos puntos negros bien definidos, como lo podemos apreciar en la figura 8.

La duración en esta fase fue de 181°C/día, que comparado con los resultados obtenidos por Arroyo (13), de 180°C/día, en esta misma fase, si se encontró dentro de los resultados de dicho autor.

La segunda fase fue desde la aparición de los ojos hasta la eclosión que se llamo ova embrionada: Esta fase duró aproximadamente 12 días, donde la membrana externa del huevo se rompió, obteniendo así alevinos con saco vitelino. Según estudios de Arroyo (13), los grados/día requeridos en la etapa de ova embrionada fueron de 130°C/día, los

Gráfica 2. Curva diaria de temperatura del agua de la sala de incubación en la Estación Guairapungo de Abril a Julio de 2000.

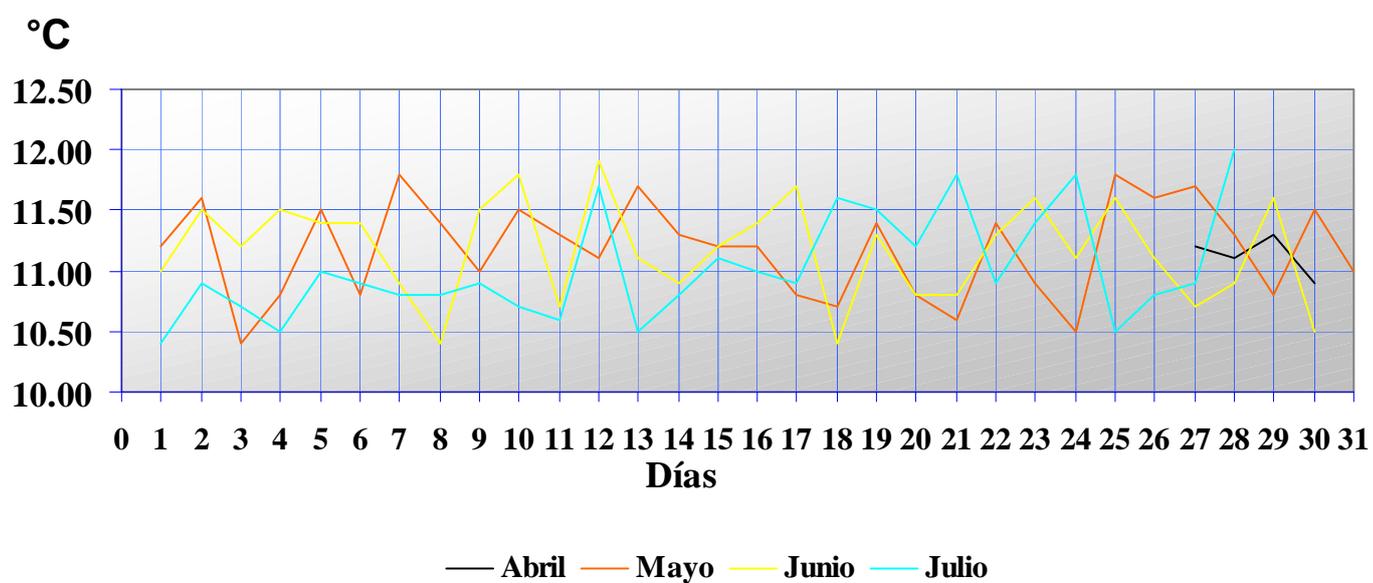


Tabla 9. Influencia de la temperatura del agua en el desarrollo embrionario de ovas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Fases	Estado de Desarrollo	Días de Duración.	
		Grados Día	A 11°C
1	Fecundación - Aparición de ojos	181.5	16.5
2	Aparición de ojos - Eclosión	132	12
Total		313.5	28.5

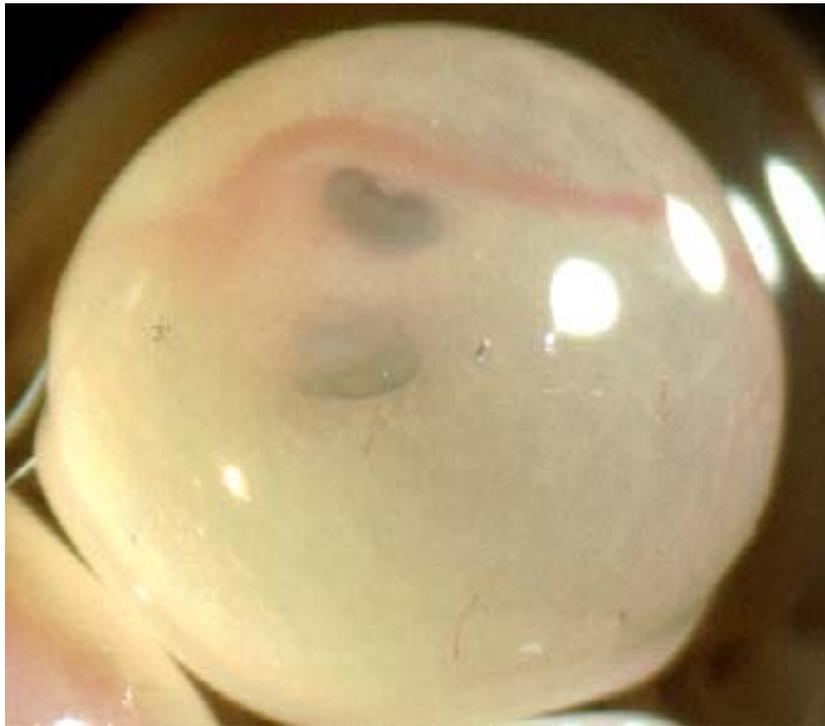


Figura 8. Ova verde con ojos.

resultados encontrados de 132°C/día, sí coincidieron con los valores establecidos por este autor.

Durante los tres meses de pasantía (Abril a Julio de 2000), se obtuvo una eclosión de 114.430 ovas que representa el 56,65% como lo indica la tabla 10, este porcentaje de eclosión fue bajo, debido a la incidencia de lluvias (Gráfica 3).

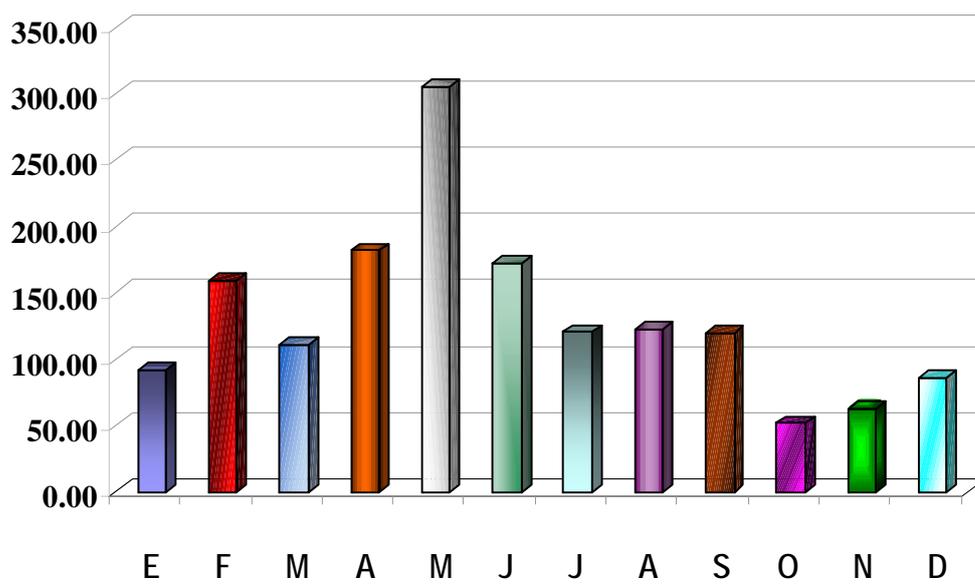
6.7 MANEJO PROFILACTICO

La limpieza de la infraestructura de la sala de incubación evitó la acumulación de partículas sólidas en suspensión. La influencia de la limpieza y desinfección con azul de metileno, evitó la aparición de brotes epidémicos en esta sala, lo cual contribuyó a la disminución de mortalidad, teniendo en cuenta las dosificaciones anteriormente mencionadas en el punto 5.3.7.

Tabla 10. Registro de eclosión de ovas (*Oncorhynchus mykiss*) en la estación piscícola Guairapungo de Abril a Julio de 2000.

Siembra	Fecha	Cantidad	Mortalidad	Eclosión	%
1	Abril 27 /2000	11000	4950	6050	55.00
2	Mayo 4 /2000	14000	6600	7400	52.86
3	Mayo 11 /2000	26000	12780	13220	50.85
4	Mayo 18 /2000	24000	9900	14100	58.75
5	Mayo 25 /2000	19000	7320	11680	61.47
6	Junio 1 /2000	18000	6300	11700	65.00
7	Junio 8 /2000	30000	12160	17840	59.47
8	Junio 15 /2000	16000	6300	9700	60.63
9	Junio 22 /2000	27000	12420	14580	54.00
10	Junio 29 /2000	17000	8840	8160	48.00
TOTAL		202000	87570	114430	56,65

Gráfica 3. Precipitación mensual en el año 2000 en el Corregimiento de Encano.



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

7.1.1 La calidad y cantidad de agua que abastece la sala de incubación cumple con los parámetros requeridos para la incubación de ovas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

7.1.2 La Estación piscícola Guairapungo cuenta con la temperatura óptima de 11°C ideal para un buen desarrollo de ovas.

7.1.3 La mayor cantidad de ovas se obtuvo en Junio ocho del año 2000 debido a un buen manejo técnico.

7.1.4 La mayor producción de ovas provino de reproductores hembras entre cuatro a cinco años de edad con un diámetro promedio de 3,0 a 4,0 mm.

7.1.5 La causa de mortalidad de ovas mas elevada se presentó por sedimentación originado por la época de invierno.

7.1.6 Durante los tres meses de pasantía se obtuvo el 56,65% de eclosión representando una cantidad baja debido a sedimentación, infertilidad y manejo.

7.1.7 La construcción de las cuatro cámaras sedimentadoras disminuyó la mortalidad de ovas, ya que ayudo a la retención de partículas.

7.1.8 La cantidad de operarios en la estación es insuficiente para el adecuado funcionamiento en las diferentes fases de producción.

7.2 RECOMENDACIONES

7.2.1 Se recomienda utilizar reproductores hembras maduras sexualmente con un peso mayor 2.000 gramos y una edad entre cuatro a cinco, para obtener ovas de buen tamaño y mayor porcentaje de eclosión.

7.2.2 En canaletas de flujo horizontal, se aconseja hacer el recambio de fondo, modificando la salida de agua, para disminuir la acumulación de sedimento.

7.2.3 Para el buen manejo y funcionamiento de la estación piscícola de Guairapungo es necesario capacitar e incrementar la cantidad de operarios ya que dos funcionarios no abastecen el trabajo con eficiencia.

7.2.4 Para mejorar la calidad de agua que abastece la sala de incubación es necesario la construcción de un desarenador y un filtro para disminuir el paso de partículas pequeñas causantes de altas mortalidades.

7.2.5 Se debe dotar con mejor equipo, herramientas y utensilios de trabajo a los operarios, ya que la estación no cuenta con el suficiente material disponible para realizar las funciones diarias existentes en la estación.

7.2.6 Para facilitar la limpieza de la sala se recomienda modificar el nivel del piso para evitar enlagueamiento y el desagüe sea más efectivo, se recomienda también el taponamiento de agujeros para evitar la entrada de agua lluvia al interior de la sala

7.2.7 Se recomienda la utilización de contadores automáticos de ovas con celda fotoeléctrica y así disminuir la manipulación y pérdida de ovas de la producción en la estación.

7.2.8 Se aconseja que todas las conducciones se realicen a cielo abierto, es decir, a través de canales, no siendo recomendable el utilizar tubería enterrada que indudablemente termina por obstruirse algún día.

7.2.9 Para el mejoramiento de la estación piscícola Guairapungo se recomienda invertir parte del capital obtenido por venta de alevinos en infraestructura, contratación de profesionales idóneos en manejo técnico, y adquisición de material biológico.

7.2.10 Se recomienda clasificar y registrar reproductores para evitar consanguinidad ya que este factor es importante para disminuir mortalidades posteriores de larvas.

BIBLIOGRAFIA

AMAYA, Rafael y ANZOLA, Eduardo. Generalidades sobre el cultivo de la trucha. Bucaramanga, Colombia: INDERENA, 1988. 61 p.

ARRIGNON, Jackes. Ecología y piscicultura de aguas dulces 2ª. ed. Madrid, España: Mundi-prensa, 1984. 390 p.

ARROYO, Armando. Módulo de piscicultura de aguas frías y cálidas para hidrocultores. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1989. 264 p.

BLANCO, María. La trucha: Cría industrial. Madrid, España: Mundi-prensa, 1984. 238 p.

CACHAFEIRO, Blanco. Industrialización del cultivo de trucha arco iris. Barcelona, España: Acribia, 1989. 238 p.

CHITTINO, Pietro; DE KINKELIN, Pierre y MICHEL, Christian. Tratado de las enfermedades de los peces. Trad. por José Múzquiz y Luis Alonso. Zaragoza, España: Acribia, 1991. 353 p.

COLL, Julio. Estudio comparado de instalaciones en acuicultura: Instalaciones para la reproducción. Madrid, España: Servicio de extensión Agraria, 1989. 127 p.

ERASO, Andrés. Aspectos básicos para el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Santa Fe de Bogotá, Colombia: Instituto nacional de pesca y acuicultura (INPA), 1993. 286 p.

ESTEVEZ, Mario. Manual de piscicultura. Santa Fé de Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomás-USTA, 1990. 231 p.

GARCIA, Badoll. Tecnología de las explotaciones piscícolas. Madrid, España: Mundi-prensa, 1985. 292 p.

GRANT, William y LONG Pether. Microbiología ambiental. Trad. por María Esperanza Gómez. Zaragoza, España: Acribia, 1989. 222 p.

HARVEY, Brian y HOAR, William. Teoría y práctica de la reproducción inducida en los peces. Ottawa, Canadá: CIID, 1980. 48 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEREOLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES.
Información meteorológica (IDEAM). Pasto, Colombia: Norma, 1988. 42 p.

JOKLIK, Wolfgang et.al. Microbiología de Zinsser 20ª ed. Trad. por Marta Boxaca. Buenos Aires, Argentina: Medica panamericana, 1996. 1696 p.

RHEINHEIMER, Gerhard. Microbiología de las aguas. Zaragoza, España: Acribia, 1987. 299 p.

ROBERTS, Ronald J y SHEPHERD, Jonathan. Enfermedades de la trucha y el salmón. Trad. por José María Tarazona y Luis Martínez. Zaragoza, España: Acribia, 1980. 185 p.

STEPHEN, Drummond. Cría de la trucha. Zaragoza, España: Acribia, 1988. 180 p.

STEVENSON, Jhon P. Manual de la cría de trucha. Trad. por Rafael Pérez. Zaragoza, España: Acribia, 1985. 217 p.

TORRES, Enrique, MAZZO, Elias Manuel y RIOS, Campo Elias. Trabajo investigativo y de consulta sobre cultivo en estanques. Huila, Colombia: Estación piscícola Alto Magdalena, 1981. 30 p.

WHEATON, Fredrick. Acuicultura, Diseño y construcción de sistemas. Trad. por Víctor Gendrop. Ciudad de México, México D.F: AGT Editor S.A, 1993. 704 p.

