

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA FORMATO PARA INSCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL PRODUCTIVA DEL PROGRAMA DE ZOOTECNIA	Código	FGA-
	Página	1 de 1

Datos del estudiante

Nombres y Apellidos: Omar Alejandro Gafaro Velazco

Código: 1.095.932.506

Datos del Acudiente

Nombres y Apellidos: María del Pilar Velazco Limas

Dirección: Calle 8#8-34 pasaje San Fermín

Teléfono: _____ **Celular:** 315 233 8124 **Fax:** _____

Ciudad: Pamplona **Departamento:** Norte de Santander

Datos de la Empresa

Nombre o Razón Social: PESQUEMOS

Dirección: Carrera 2 N° 7-02 Barrio Monserrate.

Teléfono: 5292027 **Celular:** 312 434 1006 **Fax:** _____

Ciudad: Mutiscua **Departamento:** Norte de Santander

Nombre del Asesor Técnico de la Práctica: Néstor Yezid Álvarez Acevedo

Cargo: Gerente general

Profesión: Administrador

Datos de la Práctica

Cargo que desempeñara el pasante: Alimentación, sanidad, manejo de registros

Descripción de sus funciones: Limpieza de ovas, Manejo de registros, alimentación de los peces y limpieza de los estanques.

Horario laboral: 7:00 am a 12:00 pm y de 1:00 pm a 5:00 pm

Fecha de Iniciación: 04/07/2017

Fecha de Terminación: 04/11/2017

Requerimientos

Carnet de Vacunación con el Tétano, Fiebre amarilla y Rabia (Debidamente diligenciado y certificado) _____X_____

Carnet de seguro médico estudiantil _____X_____

Carnet de seguro médico E.P.S _____X_____

Planilla de pago de ARL _____X_____

Observaciones

Vo.Bo. Coordinador de Pasantías

**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL DISEÑO DE LOS ESTANQUES EN LA
COVERSION ALIMENTICIA EN TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN
ETAPA DE ALEVINAJE EN LA EMPRESA PESQUEMOS, MUTISCUA NORTE
DE SANTANDER.**

Omar Alejandro Gafaro Velazco
Diciembre de 2017

Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Programa de Zootecnia
Trabajo de Grado – Modalidad Pasantía
2017.

**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL DISEÑO DE LOS ESTANQUES EN LA
CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN
ETAPA DE ALEVINAJE EN LA EMPRESA PESQUEMOS, MUTISCUA NORTE
DE SANTANDER.**

**Omar Alejandro Gafaro Velazco
1.095.932.506**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Zootecnista**

**Director:
Sandra Quintero Muiño
Zootecnista.
Docente Facultad de Ciencias Agrarias.**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Programa de Zootecnia
Trabajo de Grado – Modalidad Pasantía
Pamplona, Norte de Santander.**

AGRADECIMIENTOS

DOY GRACIAS A DIOS POR BRINDARME SALUD, SABIDURÍA Y LA DEDICACIÓN DE FORMARME COMO PROFESIONAL Y ENRIQUECER MI CONOCIMIENTO COMO ZOOTECNISTA.

A LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA EN ESPECIAL A LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS QUIEN ME DIO UNA FORMACIÓN ÉTICA Y PROFESIONAL.

GRACIAS A LA ESTACIÓN PISCÍCOLA PESQUEMOS; EN ESPECIAL AL SEÑOR NÉSTOR ÁLVAREZ ACEVEDO POR BRINDARME LA OPORTUNIDAD DE REALIZAR LA PRÁCTICA EMPRESARIAL.

A MÍ NOVIA CATHERINE GUTIÉRREZ, POR SU APOYO INCONDICIONAL DURANTE ESTE PROCESO.

UN ENORME AGRADECIMIENTO A MIS PADRES PILAR VELAZCO Y RICARDO GAFARO Y MIS NONITOS ALFONSO VELAZCO Y ELISA LIMAS, POR SU ESFUERZO Y SABIOS CONSEJOS. GRACIAS INFINITAMENTE POR TODO.

Y A LOS DEMÁS FAMILIARES, COMPAÑEROS Y DOCENTES QUE ESTUVIERON PRESENTES A LO LARGO DE MI FORMACIÓN.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
2. PROBLEMA.....	4
2.1 Planteamiento y descripción del problema	4
3. JUSTIFICACIÓN.....	6
4. OBJETIVOS	8
4.1 Objetivo general.....	8
4.2 Objetivos específicos	8
5. MARCO REFERENCIAL	9
5.1 Requerimientos para la Implementación de un Cultivo de Trucha.....	11
5.2 INSTALACIONES PARA EL CULTIVO	12
5.3 ALIMENTACIÓN	14
6. METODOLOGÍA	15
6.1 Lugar de la pasantía, Estación Piscícola PESQUEMOS.	15
6.2 Cumplimiento de objetivos	15
6.3 Diseño e Infraestructura	16
6.3 Condiciones iniciales de los estanque.....	18
7. DIAGNÓSTICO DE LA ESTACIÓN PISCÍCOLA PESQUEMOS MUNICIPIO DE MUTISCUA NORTE DE SANTANDER.	20
7.1 Propósito.....	20
7.2 Límites	20
7.3 Contorno	22
7.4 COMPONENTES	22
7.5 INTERACCIONES.....	24
7.6 RECURSOS.....	25
7.7 INGRESOS	26
7.8 SALIDAS.....	28
7.9 SUBPRODUCTOS	29
8. ANÁLISIS DOFA DEL SISTEMA PRODUCTIVO TRUCHAS PESQUEMOS.....	30
8.1 Caso productivo relevante.....	31
8.1.1 Diagnóstico.....	31
8.1.2 Pronostico.....	31
8.1.3 Tratamiento	31
9. RESULTADOS Y DISCUSION	32

9.1 Registros de consumo y mortalidad en la etapa de alevinaje, estanque rectangular.....	32
9.2 Prueba T para muestras Independientes, paquete estadístico SPSS V.22.	41
11. CONCLUSIONES	43
12. RECOMENDACIONES.....	44
BIBLIOGRAFIA.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía trucha arco iris.	10
Tabla 2. Condiciones iniciales de los estanques.....	18
Tabla 3. Costos De Producción	26
Tabla 4. Composición Agrinal truchas 48 iniciación	27
Tabla 5. Composición Itacol truchas 40 final.....	28
Tabla 6. Registro estanque rectangular y circular mes de septiembre 2017	32
Tabla 7. Registro estanque rectangular y circular mes de octubre 2017.....	34
Tabla 8. Parámetros de calidad del agua, estanque rectangular	36
Tabla 9. Parámetros de calidad del agua, estanque circular	36
Tabla 10. Cuadro comparativo de costos de producción de los dos diseños	40
Tabla 11. Peso promedio y desviación estándar de los pesos por estanque.	41
Tabla 12. P-valor y diferencia de las medias con la información muestra.	41
Tabla 13. Intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias.....	41

LISTA DE GRAFICAS

Ilustración 1: Trabajador recogiendo truchas	9
Ilustración 2 : Trucha Arco Iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	9
Ilustración 3: ubicación satelital de PESQUEMOS	15
Ilustración 4: estanque rectangular, estación piscícola PESQUEMOS.....	17
Ilustración 5: estanque rectangular, estación piscícola PESQUEMOS.....	17
Ilustración 6: dimensiones del estanque rectangular.....	17
Ilustración 7: dimensiones del estanque circular	18
Ilustración 8: Estación Piscícola PESQUEMOS, vista lateral	20
Ilustración 9: Plano de PESQUEMOS.....	21
Ilustración 10: Desarenador de La Estación Piscícola.....	21
Ilustración 11: Localización geográfica del municipio de Mustiscua, Norte De Santander.....	22
Ilustración 12: Estanques usados en la etapa de alevinaje.	23
Ilustración 13: Estanques de levante estación piscícola PESQUEMOS	23
Ilustración 14: Estanques de engorde estación piscícola PESQUEMOS	24
Ilustración 15: Diagrama entradas y salidas estación piscícola PESQUEMOS	24
Ilustración 16: Almacén de concentrados, estación piscícola PESQUEMOS	25
Ilustración 17: cuarto frio, estación piscícola PESQUEMOS	26
Ilustración 18: Trucha arcoíris presentación entera	28
Ilustración 19: Trucha arcoíris presentación corte mariposa	28
Ilustración 20: descomposición de vísceras de trucha arco iris.	29
Ilustración 21: Alimento elaborado en la estación piscícola PESQUEMOS.....	29
Ilustración 22: Mortalidad de los meses de septiembre y octubre.	37
Ilustración 23: Ganancia de peso en los alevinos, estanque rectangular y circular.	39
Ilustración 24: Ganancia en gramos por semana en los alevinos, estanque rectangular y circular.	39
Ilustración 25: Comparación final de longitud y peso de los dos estanques	40
Ilustración 26: Evolución del peso, de acuerdo al estanque.....	42

RESUMEN

La presente pasantía se realizó en la Estación Piscícola PESQUEMOS ubicada en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander; con una duración de dos meses en donde se buscaba determinar la influencia del diseño de los estanques en los alevinos en cuanto a ganancia de peso y mortalidad, para ello, se colocaron 1500 alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), en cada uno de los diseños de estanques (circular, rectangular) con un peso promedio de 3,02g; realizando muestreos semanales. Se tuvo en cuenta el progreso de los animales suministrando el alimento siete veces al día con un intervalo de tiempo de una hora y manteniendo las mismas condiciones de manejo en los dos diseños. También se llevó un registro diario de la mortalidad para establecer que diseño aportaba las mejores condiciones para los alevinos y poder llevarlos a la etapa de levante en el menor tiempo posible, el estanque circular resulto ser más eficiente en ganancia de peso con un 53%, en cuanto a la mortalidad se obtuvo 32%, indicando que puede ser una alternativa para el productor reduciendo costos y sacando peces en un menor tiempo.

Palabras claves: Alevinos, ganancia de peso, estanque, mortalidad.

INTRODUCCIÓN

La trucha arcoíris es originaria de los ríos y lagos de Norte América, al oeste de las Montañas Rocosas, sin embargo, este pez ha sido introducido en el mundo entero debido a su uso en la pesca deportiva y a su succulenta carne.

La trucha arcoíris es un pez muy llamativo, con colores que varían según su hábitat, edad y reproducción. Tiene forma de torpedo y generalmente es de color azul verdoso o amarillo verdoso con una línea rosa en cada lado, vientre blanco y puntos negros en la parte dorsal y en las aletas.¹

Según la máxima autoridad acuícola de Colombia, en la región oriente (Santander y Norte de Santander) y el Magdalena Medio se cuenta con un recurso hídrico inexplorado para el desarrollo de proyectos acuícolas. El profesional de la (AUNAP) autoridad nacional de acu y pesca, Pedro Julián Contreras señaló que estudios preliminares adelantados por Fedeaqua dan cuenta que en los embalses de Santander y Norte de Santander se tendría un potencial de producción en piscicultura que podría estar entre las 15.000 y las 20.000 toneladas al año.²

El desarrollo biológico de la trucha comprende 5 etapas (ova, alevino, levante, engorde); siendo una de las etapas más críticas el alevinaje. Según estudios realizados en Perú 2009, debido a la adaptación que hace el pez con el entorno este se ve influenciado por varios factores (temperatura, oxígeno, pH y calidad del agua) afectando así la producción si no son manejadas adecuadamente, generando un alto porcentaje de mortalidad, lo que trae pérdidas económicas a largo plazo de importancia para el productor.

En la estación piscícola, se utilizan alimentos artificiales balanceados los cuales pueden ser usados para los procesos fundamentales, mantenimiento corporal y para formar nuevo tejido. Como nutrientes necesarios se puede citar proteínas, hidratos de carbono, grasas, minerales, fibras y vitaminas.³

¹ Redacción National Geographic, Septiembre 5, 2010.

² Galvis Ramírez & Cía. S.A., Redacción Agropecuaria, Vanguardo.com 2016.

³ Manual de Crianza en Trucha, Municipalidad de Ragash, Perú 2009.

A su vez se manejan diferentes tipos de estanques, que hacen las veces de un hábitat artificial capaz de satisfacer las exigencias biológicas del animal en su medio natural, siendo de responsabilidad del piscicultor a su vez, la atención de las necesidades alimenticias y de protección sanitaria de los peces en cultivo, a fin de obtener resultados favorables en los niveles de producción esperados.

El presente trabajo asumió como objetivo evaluar la influencia de la diseño de los estanques en la conversión alimenticia y sanidad en la etapa de alevinaje de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), empleando dos estanques plásticos uno circular y otro rectangular, con 1500 peces con condiciones ambientales y nutricionales iguales en el municipio de Mutiscua Norte de Santander.

2. PROBLEMA

2.1 Planteamiento y descripción del problema

El desarrollo positivo que ha tenido la acuicultura en Colombia tanto en la costa como en el interior del país se debe a la gran bondad que nos ofrece el territorio Colombiano zonas donde los recursos y los ecosistemas han permitido adelantar el cultivo de especies hidrobiológicas, como camarón tilapia, trucha, carpa y especies nativas como el bocachico cachama, fundamentados los cultivos en etapas como: Producción de alevinos, las actividades de levante y engorde, procesamiento o transformación de la producción acuícola y la comercialización.⁴

La evolución de esta actividad económica y en especial, la producción de trucha arco iris se observa en la actualidad por factores como el avance en la infraestructura y métodos de producción, mejoramiento en la eficiencia en el recurso hídrico, aumentos en la productividad y competitividad con el fin de suplir los mercados externos, el mejoramiento en la producción de los concentrados, su manejo en cultivo, entre otros.⁵

Para la crianza intensiva de truchas, se debe diseñar y construir estanques con características adecuadas a las etapas biológicas de la especie, puede emplearse cualquier forma o tamaño de estanques para cualquier etapa de crianza, pero con ciertas limitaciones de manejo, sin embargo una adecuada distribución de estanques para cada etapa biológica podrá permitir una crianza periódica, rotativa de alevines, juveniles, precomerciales, comerciales y reproductores, y a la vez posibilitará el uso racional del agua.⁶

En la estación piscícola PESQUEMOS se ha venido trabajando con estanque rectangular, este diseño ha presentado problemas en la parte de limpieza y mortalidad de los alevines lo que significa pérdidas económicas para el productor en esta etapa de crecimiento. Por otra parte el diseño circular presenta ciertas ventajas en cuanto a estos problemas, ya que al mantener una corriente uniforme del agua a

⁴ Sanabria Parrado Yinet Andrea, Historia de la Acuicultura en Colombia, Revista AquaTIC, nº 37, pp. 60-77. Año 2012 ISSN 1578-4541

⁵ Ministerio de Agricultura, 2009.

⁶ Manual de Crianza en Trucha, Municipalidad de Ragash, Perú 2009.

todo lo ancho especialmente hacia el fondo esta arrastra los sedimentos hasta la salida proporcionando un mejor aprovechamiento.⁷

Por lo anterior, el presente trabajo busca determinar el impacto del diseño del estanque en cuanto a ganancia de peso y mortalidad en la etapa de alevinaje de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

⁷ Morales, Gabriel Alejandro; Quirós, Rolando; Desempeño productivo de la trucha arco iris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación; Argentina, 2004.

3. JUSTIFICACIÓN

El consumo de productos pesqueros tiene importantes beneficios nutricionales, es así como el pescado y los mariscos se constituyen en un componente importante para alcanzar una dieta balanceada y saludable, ya que no solo aporta proteínas, sino también ácidos grasos y otros nutrientes y micronutrientes esenciales para el buen desarrollo y funcionamiento del cuerpo humano.⁸

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el pescado representa a nivel mundial el 17% del consumo de proteínas de origen animal.

La Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), llega a Colombia en el año de 1939 y desde allí hasta la fecha se han creado más de 87 granjas industriales dedicadas a la Truchicultura de alta producción. Hoy en día esta especie ocupa el cuarto renglón en importancia en la acuicultura comercial, precedida de la tilapia (*Oreochromis*), el camarón (*Litopenaeus vannamei*) y cachama (*Piaractus*), las cuales representan en conjunto el 96% de la producción acuícola colombiana, en donde el 11,36 % corresponde a la producción de la trucha arco iris.⁹

La constante evolución de esta actividad económica y en especial, la producción de trucha arco iris se observa en la actualidad, debido a la alta inversión que se ha hecho en la infraestructura y en los métodos de producción, además se ha buscado aumentar la eficiencia en el recurso hídrico, una mayor productividad y competitividad con el fin de suplir la demanda de mercados externos, de esta forma se ha logrado mejorar la producción de los concentrados, entre otros.

Muchos productores utilizan estanques circulares en la estación piscícola durante la primera etapa de crecimiento, ya que por presentar una corriente tangencial hace que los peces permanezcan nadando contra la corriente sin encontrar obstáculos alguno fortaleciendo su musculatura y por ende su crecimiento es más vigoroso.

⁸ Manual Práctico Para El Cultivo de Truchas Arco Iris, FAO 2014.

⁹ Ministerio de Agricultura, 2009.

Así mismo se distribuyen uniformemente por todo el espacio disponible permitiendo tener mayor densidad por unidad de área en comparación con los estanques rectangulares.¹⁰

La alimentación constituye otro de los factores fundamentales para un buen crecimiento y por ende, una excelente producción, siempre que se mantenga una nutrición que cumpla con todos los requisitos de esta especie, con el mejor alimento existente en el país. Así como el factor nutricional incide en el crecimiento, también hay que tener en consideración para la alimentación, las temperaturas del agua. La cantidad de alimento que ingieren los peces bajo cultivo, se expresa como porcentaje del peso corporal, lo cual hace que la ración diaria ofrecida varíe con el tamaño de los peces, además de la temperatura del agua.¹¹

Por lo anterior, el presente trabajo evaluó el impacto del diseño del estanque en cuanto a ganancia de peso y mortalidad en la etapa de alevinaje de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en busca de una alternativa que permita mejorar algunos indicadores productivos y económicos en esta especie.

¹⁰ Guía de Truchicultura, Trucha Arco Iris, Itacol.

¹¹ Quiñones Sánchez, Juan Esteban, Análisis de la cadena agroalimentaria de la Trucha en Colombia, 2014.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general.

Evaluar el impacto del diseño del estanque en la conversión alimenticia de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de alevinaje, en la empresa PESQUEMOS Mustiscua, Norte de Santander.

4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar las condiciones generales de la Estación Piscícola PESQUEMOS, mediante un análisis DOFA.
- Determinar los parámetros zootécnicos para establecer las condiciones iniciales de los estanques en la etapa de alevinaje en la estación piscícola PESQUEMOS.
- Evaluar el comportamiento de los parámetros zootécnicos en los dos estanques en función de la ganancia de peso y mortalidad.
- Determinar cuál de los diseños de estanques tiene una mejor ganancia de peso y resulta más rentable.

5. MARCO REFERENCIAL

La trucha arco iris, perteneciente a la familia *Salmonidae*, se caracteriza por ser un pez que alcanza un peso entre 1 y 3 Kilogramos en su edad adulta; su hábitat de desarrollo se encuentra en zonas de temperaturas entre 10 y 18°C, lo cual en Colombia limita su producción en regiones que se encuentran entre 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar.¹²



Ilustración 1: Trabajador recogiendo truchas. **Fuente:** Hurtado N. (2006)

Este pez originario de ríos tributarios del Río Sacramento en California, Norteamérica, fue introducido al país en 1939 para repoblación de aguas frías de ríos, quebradas y lagunas andinas. En un comienzo su producción se orientaba para fines deportivos, pero posteriormente, por su aceptación en el mercado se constituyó en un pez de cultivo. En la actualidad, se desarrollan proyectos comerciales intensivos caracterizándose por sus altas densidades, obteniéndose entre 50 y 80 Tm. por mes; para pequeños productores el volumen alcanzado es de 5 Tm. mes.¹³



Ilustración 2 : Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). **Fuente:** Sánchez J. (2012)

¹² Acuerdo de Competitividad de la Cadena de la Piscicultura en Colombia, Ministerio de Agricultura, 2005.

¹³ Arciniega Elizabeth; Caiafa Itala Ivonne; Pesca y Acuicultura de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009.

Tabla 1: Taxonomía trucha arco iris.¹⁴

TAXONOMIA	
Reino	Animal
Sub Reino	Metazoa
Phylum	Chordata
Sub Phylum	Vertebrata
Clase	Osteichtyes
Sub Clase	Actinopterygii
Orden	Isospondyli
Sub Orden	Salmonidei
Familia	Salmonidae
Género	Oncorhynchus
Especie:	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre Vulgar	“Trucha arco iris”

La trucha arcoíris es un pez muy llamativo, con colores que varían según su hábitat, edad y reproducción. Tiene forma de torpedo y generalmente es de color azul verdoso o amarillo verdoso con una línea rosa en cada lado, vientre blanco y puntos negros en la parte dorsal y en las aletas. Son miembros de la familia del salmón y, al igual que ellos, pueden alcanzar un buen tamaño. La media está en los 51-76 centímetros de longitud y unos 3,6 kilogramos, pero pueden incluso llegar a medir 1,2 metros y pesar hasta 24 kilogramos.¹⁵

En el ciclo de vida de la trucha arco iris se describen generalmente cinco etapas que son:¹⁶

- **Huevo:** Una vez que se ha realizado la fertilización de los huevos, éstos son incubados en el nido construido por la hembra. La velocidad de desarrollo de los huevos depende en gran medida de la temperatura del agua. La óptima se sitúa entre los 8 y 12 °C. A una temperatura de 10 °C la eclosión

¹⁴ Manual de Crianza en Trucha, Municipalidad de Ragash, Perú 2009.

¹⁵ Redacción National Geographic, 5 de septiembre, 2010.

¹⁶ Del Valle Alejandro E; Ciclo de vida de los Salmónidos, Boletín # 7.

del alevín será a los 31 días, mientras que a 15.6 °C la eclosión será a los 19 días.

- **Alevín:** Al concluir el desarrollo embrionario, el alevín eclosiona y se alimenta de las reservas nutricionales contenidas en el saco vitelino durante dos o cuatro semanas, dependiendo de la temperatura. Una vez estas reservas han sido agotadas y el saco vitelino ha sido absorbido, el alevín se transforma en cría y asciende a la superficie; esta fase dura entre 14 y 20 días.
- **Cría:** En esta fase empiezan a nadar más libremente y procurarse el alimento por sí mismos. Conforme crecen y sobreviven, las crías continúan su desarrollo, cuyo ritmo depende de una serie de factores, tales como la duración del día, la temperatura y la abundancia de alimento.
- **Juvenil:** En esta etapa los organismos tienen todas las características de los adultos; es decir, ya tienen hábitos propios de la especie, como ser activos y nadar contra la corriente, atrapar sus presas para alimentarse, haciéndolo con pequeños peces de otras especies, ranas, etc. Se diferencian de los adultos porque aún no han madurado sexualmente.
- **Adulto:** Dependiendo de las condiciones físicas del hábitat, una buena parte de las truchas de una determinada población maduran entre los 15 y 18 meses de edad, sin embargo, la mayoría alcanza su madurez dos meses después. Cuando ocurre la maduración, los peces cambian de coloración, de tal manera que adquieren las características típicas de la trucha adulta.¹⁷

5.1 Requerimientos para la Implementación de un Cultivo de Trucha.

- **Requerimiento Hídrico.** El agua es el factor que condiciona los rendimientos de producción debido a las altas exigencias que presenta el cultivo de trucha, se estima que se requiere aproximadamente 1414 m³ d⁻¹ para la producción una tonelada de pez por año¹⁸. Estudios realizados en sistemas con recirculación para la misma producción de trucha el consumo de agua es de 10 m³ d⁻¹, siendo necesario realizar tratamientos de tipo físico, biológico y químico, además de pequeños suministros de agua fresca

¹⁷ *Ibíd.*

¹⁸ Piedrahita Raul; Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*. 2003.

para mantener la calidad de agua (Piedrahita, 2003 & Summerfelt et al., 2004).

En Colombia se utilizan sistemas de flujo continuo, es decir, sin recirculación, por ser un país donde la oferta hídrica anual alcanza los 2.000 km³.¹⁹

- **Temperatura (T °C)**

Es el parámetro físico del agua más importante para fines truchícolas, a partir de la cual, se condiciona el efecto del crecimiento y el desarrollo normal de las truchas con fines comerciales. El rango permisible de la temperatura del agua para el engorde de truchas fluctúa entre 11 a 16 °C, teniendo el óptimo en las temperaturas superiores del rango (15 a 16°C), a temperaturas menores del rango se prolonga el periodo de crecimiento, y a temperaturas mayores.²⁰

- **Oxígeno disuelto (O₂)**

Los peces como todo ser viviente necesitan del oxígeno para vivir, estos captan el oxígeno disuelto en el agua mediante las branquias, el mismo que es transferido a la sangre, luego llega al corazón y este lo bombea al torrente sanguíneo, como la crianza se realiza a grandes densidades es recomendable que la cantidad de oxígeno no sea menor a 5.5 mg/l. (60% de saturación de oxígeno) en los momentos de máximo consumo en el cultivo, ya que de lo contrario los peces van a presentar signos de asfixia.²¹

- **Potencial de hidrogeno:** Los valores más apropiados de pH, para la producción de trucha, deben estar entre 6,5 a 9,0 unidades.²² Valores por fuera de este intervalo causan estrés en los peces por tanto la tasa de crecimiento disminuye.

5.2 INSTALACIONES PARA EL CULTIVO

Para la crianza intensiva de truchas, se debe diseñar y construir estanques con características adecuadas a las etapas de crianza o biológicas de la especie. Puede emplearse cualquier forma o tamaño de estanques para cualquier etapa de crianza, pero con ciertas limitaciones de manejo, sin embargo, una adecuada distribución de

¹⁹. Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia. Estudio nacional del agua relaciones de demanda de agua y oferta hídrica; IDEAM, 2008

²⁰ Manual de Crianza de Trucha en Ambientes Convencionales, FONDEPES. Perú, 2014.

²¹ Aquino Martínez Guillermo, Manual Básico para el Cultivo de Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). 2008.

²² *Ibid.*

estanques para cada etapa biológica permitirá una crianza periódica, rotativa de alevines, juveniles, precomerciales, comerciales y reproductores, y a la vez posibilitará el uso racional del agua.²³

Tipo de Estanques:

- **Estanque semi-natural:** Cuerpo de agua confinado que sufren cierto acondicionamiento por parte del hombre y se utiliza de preferencia aquel que se encuentran sobre terreno arcilloso, a fin de evitar filtraciones.²⁴
- **Estanque artificial:** Diseñado y construido especialmente con fines piscícolas, puede ser a tajo abierto o con material de concreto armado (cemento, ladrillo, refuerzo de piedras, etc.).²⁵
- **Estanque de presa:** Puede construirse a manera de un embalse y también como una secuencia de estanques aprovechando un declive del terreno, también es conocido como estanque con dique o de interceptación, generalmente se instala en la parte más baja de un valle, construyéndose un muro transversal que forma una pequeña presas de contención. El agua para este estanque proviene generalmente de un manantial o pequeños cursos de agua.²⁶
- **Estanques de derivación:** Se construyen aprovechando las características topográficas del terreno, de tal manera que el agua que los abastece es derivada del río, riachuelo o manantial hacia los estanques mediante un canal. Según la topografía del terreno y la cantidad de agua a utilizar dentro de los estanques de derivación, se pueden clasificar en:²⁷
 1. **Estanques en rosario o serie:** Se encuentran uno a continuación de otro, unidos por un solo canal, el abastecimiento del agua se produce mediante la llegada del canal al primer estanque, y el agua que sale de éste ingresa al siguiente y así sucesivamente.

²³ Prada Anthony; La Demanda De La Carne De Trucha, Perú, 2005.

²⁴ Manual de Crianza en Trucha, Municipalidad de Ragash, Perú 2009.

²⁵ *Ibíd.*

²⁶ *Ibíd.*

²⁷ *Ibíd.*

2. **Estanques en paralelo:** Se construye uno al costado del otro en forma paralela presentando cada uno de ellos abastecimiento y desagüe independiente que facilita la limpieza.
3. **Estanques mixto:** Son estanques en paralelo y continuo.

5.3 ALIMENTACIÓN

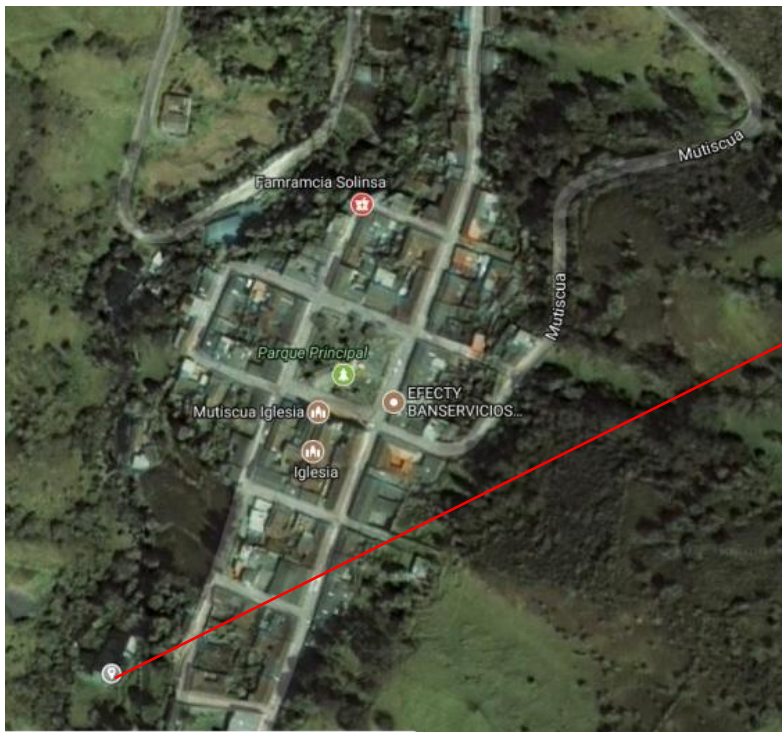
Calidad del alimento Los alimentos que se distribuyen en el mercado son principalmente de dos tipos: extruido y pelletizado. El alimento deberá contener valores altos de proteína, en especial para los primeros estadíos. Además se deberán considerar otras características como la inclusión de pigmentos para dar color al músculo u otros promotores de crecimiento que son evaluados constantemente. La alimentación de las truchas varía en función al peso del pez, la época del año (verano – invierno) y de la carga del estanque, asimismo el modo de alimentar como la forma del alimento. La forma del alimento varía de acuerdo al peso unitario de la trucha, y es que la idea es que el grano del alimento (pellet) sea acorde con el tamaño de la boca del pez, teniendo el alimento diferentes presentaciones para una misma composición, pero para diferentes pesos unitarios de pez. Es importante mencionar que una adecuada utilización del alimento también tendrá como resultado mejores tasas de conversión alimenticia. A medida que el pez crece se debe de cambiar el tamaño del alimento, este cambio no debe de ser brusco sino en forma paulatina, es decir se puede agregar el nuevo tamaño de alimento en un 25 % de la ración diaria, aumentando este porcentaje cada 2 a 3 días, logrando un cambio total (100 %) luego de una semana o semana y media, esto se debe porque aunque se haya seleccionado el estanque, siempre existirá aquellos peces que tengan un crecimiento lento o se prefieran un tipo de grano menor.²⁸

²⁸ Oliva, Gloria de La Manual De Buenas Prácticas De Producción Acuícola En El Cultivo De Trucha Arco iris, Perú, Mayo 2011.

6. METODOLOGÍA

6.1 Lugar de la pasantía, Estación Piscícola PESQUEMOS.

La práctica empresarial se realizó en la estación piscícola “PESQUEMOS” que se encuentra ubicada en el Municipio de Mustiscua del departamento Norte de Santander, a una altura de 2660 m.s.n.m. La temperatura ambiental promedio es de 14oC, con una distancia de referencia: 27 km de Pamplona, 102 Km de Cúcuta Capital del Departamento, 98 Km de Bucaramanga, de clima frio predominante.



**Estación Piscícola
PESQUEMOS**

Ilustración 3: ubicación satelital de PESQUEMOS. Fuente: google maps 2017.

6.2 Cumplimiento de objetivos

Para el desarrollo de los objetivos propuestos se realizó:

- **Análisis DOFA:** al inicio de la práctica se hizo un diagnóstico de la estación piscícola PESQUEMOS para identificar las debilidades, amenazas, oportunidades y fortalezas con el fin de mejorar las debilidades de esta estación, en este caso la etapa de alevinaje.

- **Establecimiento de los parámetros zootécnicos:** luego de realizar el análisis DOFA, una de las debilidades más importante a mejorar era el manejo y alimentación en los alevinos; para esto se realizó un seguimiento en dos diseños de estanques (circular, rectangular) para determinar cuál de estos era más eficiente en cuanto a esta debilidad, se tomó muestras de los parámetros iniciales de cada estanque (temperatura, oxígeno disuelto y pH) de tal manera que no hubiera diferencias que afectaran los resultados. Se emplearon 1.500 alevinos por estanque, con un peso promedio de 3.02gr y un régimen de alimentación de 7-8 veces al día, sometidos a condiciones ambientales iguales.
- **Evaluación del comportamiento de los parámetros zootécnicos en los dos estanques:** se tomaron registros diarios de mortalidad para los dos estanques, y se realizaron pesajes semanales con una duración de 57 días tiempo equivalente a 2 meses. muestreos de peso semanales identificando la ganancia de peso en cada diseño para determinar cuál estanque era mejor para la producción de alevinos.
- **Determinación de cuál de los diseños de estanques tiene mejor ganancia de peso y mortalidad:** después de tener todos los datos se llevaron al programa de Microsoft Excel para ser analizados, donde se graficó la línea de crecimiento de ganancia de peso y el total de mortalidad durante estos dos meses, para identificar en cuál de los dos diseños de estanques estas condiciones eran mejores, también se determinaron los costos de producción y mortalidad durante este tiempo de los dos diseños.

6.3 Diseño e Infraestructura

Para el estudio se utilizaron dos estanques a escala real de plástico. Ilustración 4 y 5 muestran los estanques empleados.



Ilustración 4: estanque rectangular, estación piscícola PESQUEMOS. **Fuente.** Gafaro 2017.



Ilustración 5: estanque rectangular, estación piscícola PESQUEMOS. **Fuente.** Gafaro 2017.

Se compone de un estanque rectangular en plástico tipo raceways que posee las siguientes dimensiones:

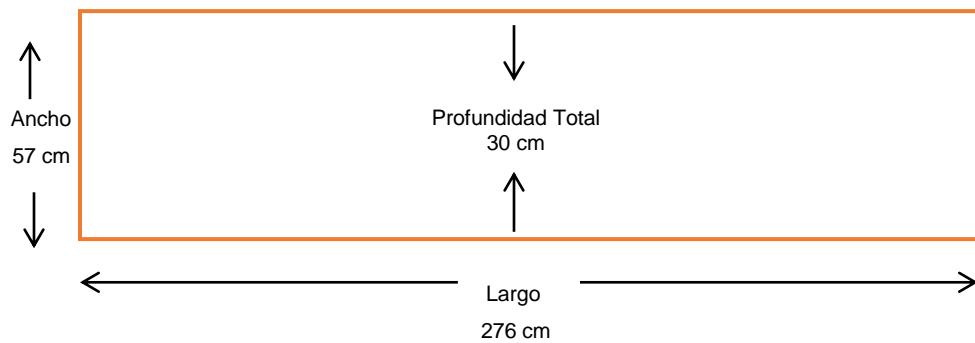


Ilustración 6: dimensiones del estanque rectangular. **Fuente.** Gafaro 2017.

- Volumen del estanque: 328.8 Litros.

Nota: el nivel de agua promedio usada en el estanque fue de 24 cm de profundidad.

Y un estanque circular en plástico cuyas medidas son las siguientes:

- Radio: 120 cm.
- Profundidad total: 60 cm.
- Volumen del estanque: 486,9 Litros.

Nota: el nivel de agua promedio usada en el estanque fue de 40 cm de profundidad.

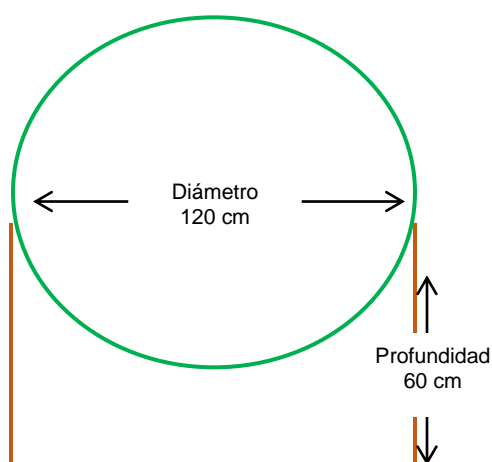


Ilustración 7: dimensiones del estanque circular. Fuente. Gafaro 2017.

6.3 Condiciones iniciales de los estanque

Tabla 2: Condiciones iniciales de los estanques. Fuente. Gafaro 2017

Características	Estanque Rectangular	Estanque Circular
Caudal total	80 litros X segundo	
Total de peces de (21 g)	1887	2260
Densidad de biomasa X (21g)	39,62 Kg/m ³	47.46 Kg/m ³
Peso promedio inicial peces	3,02g	3,03g
Número de peces	1.500	1.500
Número de raciones por	7 veces durante horas del	7 veces durante horas del

día	día	día
pH	7,26	7,11
O ² (mg/l)	14,7	14,8
T°	13,2	13,3

Nota: El promedio de densidad de biomasa de los estanques (Kg/m³) fue tomado de Agrinal. Fuente: Guerrero Muñoz J. (septiembre, 2012).

7. DIAGNÓSTICO DE LA ESTACIÓN PISCÍCOLA PESQUEMOS MUNICIPIO DE MUTISCUA NORTE DE SANTANDER.

7.1 Propósito



Ilustración 8: Estación Piscícola PESQUEMOS, vista lateral. **Fuente.** Gafaro 2017.

La estación piscícola “PESQUEMOS” es una empresa que se dedica a la cría, levante y engorde de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Además, se encarga de la transformación de la misma, obteniendo como producto final trucha con corte mariposa y trucha entera empacadas al vacío, se comercializa local y regionalmente.

7.2 Límites

La estación piscícola PESQUEMOS, cuenta con un área de total de 645 m². Su infraestructura se divide en dos pisos, el primero está conformado por (sala de herramientas, químicos, vestier hombre, almacén, cuarto frío, sala de empaque, sala de faenado, incubación, alevinaje y dedinos) para un total de 121.25 m²; cuenta con un área de estanques y canales de 389,38 m², los cuales se dividen en 16 estanques para alevinaje, 9 para levante y 9 de engorde o final, para un total de 34 estanques; en donde se lleva el control del crecimiento del animal para llevarlo a un peso adecuado para su comercialización.

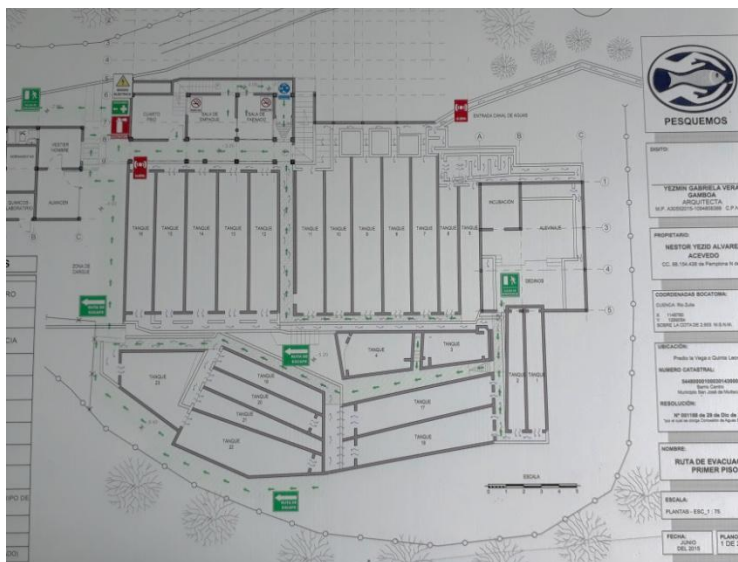


Ilustración 9: Plano de PESQUEMOS. **Fuente.** PESQUEMOS (Diciembre, 2015)



Ilustración 10: Desarenador de La Estación Piscícola. **Fuente.** Gafaro 2017.

Presenta un desarenador seguido a la entrada de agua. El segundo piso se conforma por (cafetería, vestiere mujeres, oficina, bodega concentrado, cuarto de eviscerado, cuarto de almacenamiento de vísceras, baño, bodega de empaques y área común, para un total de 129,78 m².

7.3 Contorno

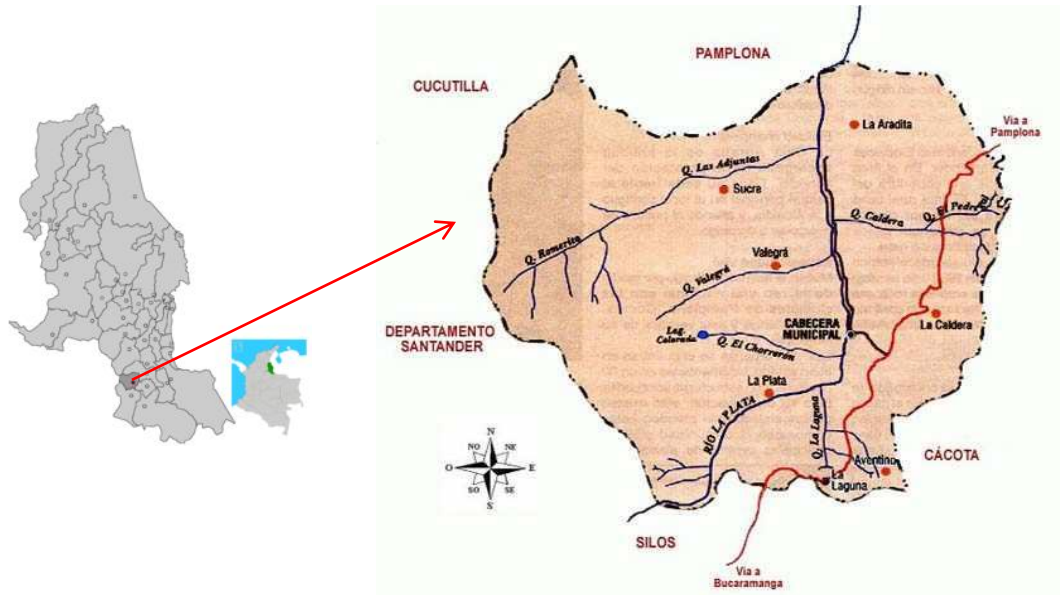


Ilustración 11: Localización geográfica del municipio de Mustiscua, Norte De Santander. **Fuente.** Alcaldía de Mustiscua Norte de Santander consultado noviembre 2017.

Esta región es montañosa con una altitud promedio de 2600 msnm y su temperatura es de 14 °C. Es una tierra fértil donde se cultiva gran variedad de productos propios de este clima entre los cuales se destacan a nivel nacional el famoso Líchigo, siendo Mutiscua el primer productor a nivel nacional de Apio España. Una gran parte del municipio (más de 10 mil hectáreas) forma parte del Páramo de Santurbán, fuente hídrica para Santander y Norte de Santander.

7.4 COMPONENTES

PESQUEMOS cuenta con un área de 389,38 m² en solo estanques, ubicados en el primer piso de la empresa. La estación cuenta con un estanque 0 donde se hace la recepción y mantenimiento de las ovas. Seguido a este, se encuentran 14 estanques enumerados 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16 circular, 8, 18 circular, 10, 11, 12, 13, 15 donde los alevinos pasan a la etapa de cría. Para la etapa de levante existen 9 estanques identificados con los numerales 1, 2, 3, 4, 12, 13, 14, 15 y 16.

En la etapa de engorde está estipulado 9 estanques enumerados 7, 8, 9, 11, 17, 18, 19, 22 y 23 y circulares 25 y 26.



Ilustración 12: Estanques usados en la etapa de alevinaje. **Fuente.** Gafaro 2017.



Ilustración 13: Estanques de levante estación piscícola PESQUEMOS. **Fuente.** Gafaro 2017.

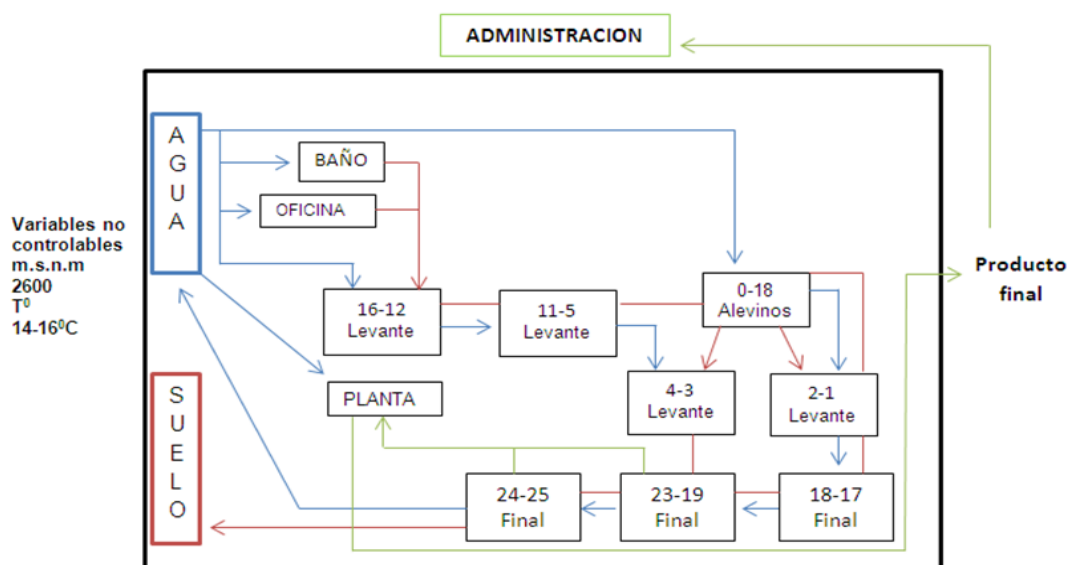


Ilustración 14: Estanques de engorde estación piscícola PESQUEMOS. Fuente. Gafaro 2017.

7.5 INTERACCIONES

La empresa cuenta con las interacciones zootécnicas, económicas y biológicas para el desarrollo de las actividades. PESQUEMOS cuenta con un Desarenador, que ocupa un área de 300 m², donde hay sedimentación de arenas y otras partículas provenientes del río Plata, para así obtener agua con las mejores características organolépticas.

Ilustración 15: Diagrama entradas y salidas estación piscícola PESQUEMOS. Fuente. Gafaro 2017



El proceso reproductivo en la Estación piscícola PESQUEMOS no se realiza ya que no hay condiciones específicas para tal fin. Por esta razón, se hace compra al proveedor ACUAGRANJA S.A.S Avenida Boyacá, Bogotá, Colombia de ovas con un número 25.000 cada quince días por un valor de 3.000.000 de pesos por cada lote, donde garantizan las condiciones adecuadas para su incubación y crianza. En esta empresa se manejan dos casas comerciales para la nutrición de los peces como lo es AGRINAL S.A. para la etapa de inicio e ITALCOL S.A. para levante y engorde.

PESQUEMOS tiene una demanda de 4,2 toneladas mensuales en presentación mariposa y entera; destinadas al mercado nacional con un costo promedio de \$10.000 por kilogramo, obteniendo así una ingreso económico de \$42.000.000.

Todo esto se maneja con 3 trabajadores de planta para el mantenimiento y la alimentación de las truchas, donde se suministran 3 veces al día para levante y engorde, 7 veces al día para alevinaje, también se contratan 6 personas más en los días de sacrificio para el proceso de deviscerado, deshuesado, limpieza y empaque.

7.6 RECURSOS



Ilustración 16: Almacén de concentrados, estación piscícola PESQUEMOS. **Fuente.** Gafaro 2017.



Ilustración 17: cuarto frío, estación piscícola PESQUEMOS. **Fuente.** Gafaro 2017.

Esta explotación cuenta con un suministro de agua proveniente del río plata y los recursos que se compran son el alimento de las truchas, antibiótico, suplemento alimenticio, ovas, alevinos, melaza, ácido, sal.

Cuenta con motobombas, cuarto frío, carro transportador de alimento, una máquina para moler ayudando al procesamiento de vísceras, lavadora y equipos para medir la calidad del agua (equipo de medición de oxígeno disuelto y un medidor de pH). PESQUEMOS posee 28 estanques construidos de cemento, 4 estanques de plástico rectangulares y 2 estanques de plástico circulares. Un subproducto que se maneja es la transformación de vísceras en alimento para las truchas.

7.7 INGRESOS

Tabla 3: Costos De Producción. **Fuente.** Estación piscícola PESQUEMOS.

Detalle	Cant.	Valor(\$) c/u	TOTAL pesos
Semilla (ovas)	30.000	100	3.000.000
Concentrado Agrinal 40% finalización	80	106.950	8.556.000
Concentrado Agrinal 45% levante	40	101.181	4.047.240
Concentrado Agrinal 48% inicio	5	116.931	584.655
Sal (bulto x 50kg) + flete	8	29.700	262.600
Melaza (208litros)	1	228.800	228.800

Acido fórmico	4	123.000	492.000
Bolsas de empaque			1.000.000
Luz/mes	1	480.000	480.000
Empleados fijos	4	736.000	2.944.000
Empleados temporales (2 días)	6	60.000	360.000
Concesión de aguas/mes	1	155.000	155.000
Dotación mensual fija (guantes, overol, botas y otros)	4		47.400
Implementos de aseo (jabón, cloro, jabón para manos, antibacterial y otros).	-	-	150.000
TOTAL			19.611.695

Agua del rio plata, luz, concentrado, suplementos veterinarios, mano de obra, semilla ovas y alevinos de 5 cm. La empresa compra semanalmente 4 bultos de concentrado extruido de la casa comercial AGRINAL S.A. para iniciación, 18 bultos para levante y 24 bultos para engorde de la casa comercial ITALCOL S.A. La empresa cada 15 días compra la semilla (ovas) 25.000 de la empresa ACUAGRANJA S.A.S. Además compra 10 bultos de sal de marca REFISAL, y suplementos alimenticios (VIUSID) para la etapa de alevinaje y antibiótico FLORIFEN 10% en dosificación de 10 cc por kilogramo de concentrado usado en alevinos. La mano de obra está a cargo de 3 trabajadores de planta para mantenimiento y producción. En los días de sacrificio cuenta con 6 madres cabezas de hogar, encargadas de los procesos de: eviscerado, deshuesado y empaque fina para su comercialización.

Tabla 4: Composición Agrinal truchas 48 iniciación. **Fuente.** Agrinal S.A. 2017

Nutrientes	%
Proteína mínima	48
Fibra máxima	4
Grasa mínima	12
Humedad máxima	12
Ceniza máxima	10



Tabla 5: Composición Itacol truchas 40 final. **Fuente.** Itacol, 2017

Nutrientes	%
Proteína mínima	40
Fibra máxima	4
Grasa mínima	14
Humedad máxima	10
Ceniza máxima	10



7.8 SALIDAS



Ilustración 18: Trucha arcoíris presentación entera. **Fuente.** La ruta de Yalu, 2014



Ilustración 19: Trucha arcoíris presentación corte mariposa. **Fuente.** Castallo Grajales M. (abril 2016).

En la Estación Piscícola PESQUEMOS, se comercializa dos tipos de presentación: trucha entera y corte mariposa.

7.9 SUBPRODUCTOS

Alimento con vísceras. Recurso de alimentación interna para la etapa de engorde en las truchas.



Ilustración 20: descomposición de vísceras de trucha arco iris. **Fuente.** Gafaro 2017.



Ilustración 21: Alimento elaborado en la estación piscícola PESQUEMOS. **Fuente.** Gafaro 2017

8. ANÁLISIS DOFA DEL SISTEMA PRODUCTIVO TRUCHAS PESQUEMOS

<p>OPORTUNIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ La estación piscícola cuenta con disponibilidad de recursos naturales. ✓ Tiene el capital para abrir otra Estación piscícola logrando aumentar los ingresos a la empresa. ✓ La empresa cuenta con la facilidad a los sistemas de crédito, 	<p>AMENAZAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ La estación presenta un alto riesgo de avalanchas en la época de invierno amenazando toda la producción. ✓ La empresa no cuenta con un estanque sedimentador o de oxidación que ayude con los residuos de los estanques que contaminan al río. ✓ En las épocas de verano la producción se ve afectada por las altas temperaturas del agua lo que lleva a la disminución del oxígeno provocando una alta mortalidad en los peces.
<p>FORTALEZAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ La estación piscícola PESQUEMOS, es la primera en recibir el agua del río Plata, logrando tener un agua que no esté reutilizada y libre de contaminación. ✓ PESQUEMOS es una de las Estaciones piscícolas más grandes del Municipio de Mutiscua, N de S. la cual abarca un mercado amplio para la distribución de su producto final. ✓ La empresa compite con los precios más bajos del mercado y ofrece una 	<p>DEBILIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ La estación piscícola ha presentado problemas con las casas comerciales; ya que en varias ocasiones los bultos de concentrado se encuentran en mal estado, generando pérdidas económicas debido a que no se utilizan y no hay un reembolso por parte de empresa. ✓ En muchas ocasiones las semillas (ovas) que compra la empresa PESQUEMOS, no han llegado en condiciones óptimas, presentan un

<p>mejor calidad en su producto logrando así atraer más clientes.</p>	<p>diámetro pequeño, deformidades y por ende una alta mortalidad llevando a pérdidas económicas.</p>
---	--

8.1 Caso productivo relevante

8.1.1 Diagnóstico

Realizado el diagnóstico productivo del sistema de producción, se determinaron los puntos específicos de trabajo, tomando como principal tema a tratar, Evaluación de la influencia del diseño de los estanques en la conversión alimenticia de trucha arcoíris (*oncorhynchus mykiss*) en etapa de alevinaje, logrando mejorar el rendimiento y producción en esta etapa ya que presentan grandes problemas y un alto porcentaje de mortalidad. Para este proceso se hace necesario el trabajo de personal capacitado e idóneo capaz de dar opiniones y recomendaciones acerca del mismo.

8.1.2 Pronostico

Al no tener solución de los puntos críticos de control, los procesos se verán afectados en el rendimiento, mortalidad y producción de los alevinos, obteniendo como resultado un concepto no favorable para la empresa. Afectando directamente la economía y competitividad en el mercado.

8.1.3 Tratamiento

Al tener identificados los puntos críticos de control de la estación piscícola, como es mejorar el rendimiento, mortalidad y producción de los alevinos. Se procedió a elaborar la documentación como registros para así obtener el control de toda la producción en la etapa de alevinaje y suministrar el alimento adecuado para cuidar la economía de la estación.

9. RESULTADOS Y DISCUSION

De este trabajo de pasantía se obtuvo como producto final la comparación del diseño de los estanques determinantes en la etapa de alevinaje, se manejó el programa Microsoft Excel, este producto que se describe a continuación:

9.1 Registros de consumo y mortalidad en la etapa de alevinaje, estanque rectangular.

La estación piscícola PESQUEMOS actualmente consigna los registros productivos en formatos físicos diarios, las variables de evaluación que maneja la estación son:

- Mortalidad
- Consumo.
- Muestreo de pesos.
- Rotación de estanques.

Se realizaron 4 muestreos mensuales en cada estanque, con condiciones iniciales iguales 1.500 alevinos en cada uno, los muestreos se realizaron cada 7 días:

Tabla 6: registro estanque rectangular y circular mes de septiembre 2017. **Fuente.** Gafaro 2017

Fecha de siembra 02/6/2017 - Acuagranja						
Estanque Rectangular (1500 peces)				Estanque Circular (1500 peces)		
DIA	CONSUMO	MORT.	MUESTREO	CONSUMO	MORT.	MUESTREO
02/09/2017	172 gr	0	3,02 gr	173 gr	0	3,03 gr
04/09/2017	172 gr	1		173 gr	0	
05/09/2017	172 gr	2		173 gr	1	
06/09/2017	172 gr	0		173 gr	2	
07/09/2017	172 gr	0		173 gr	0	
08/09/2017	172 gr	3		173 gr	0	
09/09/2017	172 gr	0		173 gr	0	
11/09/2017	1,54 kg	0	3,1 gr	1,55 kg	0	3,7 gr
12/09/2017	176 gr	0		210 gr	0	
13/09/2017	176 gr	0		210 gr	0	
14/09/2017	176 gr	1		210 gr	0	
15/09/2017	176 gr	1		210 gr	0	
16/09/2017	880 gr	0	4 gr	1,05 kg	0	4,6 gr
18/09/2017	226 gr	2		261 gr	1	

19/09/2017	226 gr	1		261 gr	1	
20/09/2017	226 gr	0		261 gr	0	
21/09/2017	226 gr	2		261 gr	0	
22/09/2017	226 gr	1		261 gr	2	
23/09/2017	1,35 kg	0	4,57 gr	1,56 kg	0	6,53 gr
25/09/2017	260 gr	0		370 gr	0	
26/09/2017	260 gr	0		370 gr	1	
27/09/2017	260 gr	1		370 gr	0	
28/09/2017	260 gr	1		370 gr	1	
29/09/2017	260 gr	1		370 gr	0	
30/09/2017	1,56 kg	2	5,41 gr	2,20 kg	0	7,7 gr
TOTAL		19		TOTAL	9	
N. peces	1500			N. peces	1500	
total mortalidad	19			total mortalidad	9	
Total peces	1481			Total peces	1491	
Semana 1	consumo total (8 Días)	Ganancia Día	Ganancia total	consumo total (8 Días)	Ganancia Día	Ganancia total
	1,54 kg	0,04 gr	0,08 gr	1,55 kg	0,08 gr	0,67 gr
Semana 2	consumo total (5 Días)	Ganancia Día	Ganancia total	consumo total (5 Días)	Ganancia Día	Ganancia total
	880 gr	0,18 gr	0,9 gr	1,05 kg	0,18 gr	0,9 gr
Semana 3	consumo total (6 Días)	Ganancia Día	Ganancia total	consumo total (6 Días)	Ganancia Día	Ganancia total
	1,35 kg	0,09 gr	0,57 gr	1,56 kg	0,32 gr	1,93 gr
Semana 4	consumo total (6 Días)	Ganancia Día	Ganancia total	consumo total (6 Días)	Ganancia Día	Ganancia total
	1,56 kg	0,14 gr	0,84 gr	2,20 kg	0,20 gr	1,17 gr

En la tabla 6 se evidencia el muestreo de peso, donde se observa un aumento de 3,02g al inicio del mes y finaliza con 5,41g. La relación alimento- peso en los alevinos, pasa de un consumo semanal de 1,54kg a 1,56 kg. Se observó la mortalidad diaria con un valor final de 19 peces en septiembre. En este diseño la ganancia por día va desde los 0,04g hasta los 0,14g y una ganancia total de 0,08g en la primera semana y de 0,84g en la cuarta semana en comparación con el estanque circular que tiene una mejor relación en ganancia de peso ya que paso de

3,03g al inicio del mes y finaliza con un peso de 7,7g, La relación alimento- peso en los alevinos, pasa de un consumo semanal de 1,55kg a 2,20 kg con bajas y altas en el mes debido a factores ambientales. Se observa la mortalidad diaria con un valor final de 9 peces en septiembre. En este diseño la ganancia por día va desde los 0,08g hasta los 0,20g y una ganancia total de 0,67g en la primera semana y de 1,17g en la cuarta semana.

Tabla 7: registro estanque rectangular y circular mes de octubre 2017. **Fuente.** Gafaro 2017

Fecha de siembra 02/6/2017 - Acuagranja						
Estanque Rectangular (1500 peces)				Estanque Circular (1500 peces)		
DIA	CONSUMO	MORT.	MUESTREO	CONSUMO	MORT.	MUESTREO
02/10/2017	304 gr	3		436 gr	2	
03/10/2017	304 gr	3		436 gr	1	
04/10/2017	304 gr	2		436 gr	1	
05/10/2017	304 gr	2		436 gr	1	
06/10/2017	304 gr	3		436 gr	0	
07/10/2017	1,82 kg	1	6,28 gr	2,61 kg	0	9,65 gr
09/10/2017	351 gr	1		545 gr	1	
10/10/2017	351 gr	7		545 gr	3	
11/10/2017	351 gr	6		545 gr	3	
12/10/2017	351 gr	4		545 gr	0	
13/10/2017	351 gr	2		545 gr	0	
14/10/2017	2,10 kg	0	7, 43 gr	3,27 gr	1	12 gr
16/10/2017	408 gr	4		673 gr	0	
17/10/2017	408 gr	3		673 gr	0	
18/10/2017	408 gr	0		673 gr	0	
19/10/2017	408 gr	2		673 gr	0	
20/10/2017	408 gr	1		673 gr	0	
21/10/2017	2,44 Kg	1	8,43 gr	4,03 Kg	1	15,65 gr
22/10/2017	460 gr	1		877 gr	0	
23/10/2017	460 gr	4		877 gr	1	
24/10/2017	460 gr	1		877 gr	0	
25/10/2017	460 gr	3		877 gr	0	
26/10/2017	460 gr	5		877 gr	2	
27/10/2017	460 gr	7		877 gr	2	
28/10/2017	3,22 kg	2	11,28 gr	6,13 Kg	0	21,1 gr
TOTAL		68		TOTAL	19	
N. peces	1481			N. peces	1491	
total mortalidad	68			total mortalidad	19	

Total peces				Total peces		
	1413			1472		
Semana 5	consumo total (6 Días)	Ganancia Día	Ganancia total	consumo total (6 Días)	Ganancia Día	Ganancia total
	1,82 kg	0,14 gr	0,87 gr	2,61 kg	0,32 gr	1,95 gr
Semana 6	consumo total (6 Días)	Ganancia Día	Ganancia total	consumo total (6 Días)	Ganancia Día	Ganancia total
	2,10 kg	0,19 gr	1,15 gr	3,27 kg	0,39 gr	2,35 gr
Semana 7	consumo total (6 Días)	Ganancia Día	Ganancia total	consumo total (6 Días)	Ganancia Día	Ganancia total
	2,44 kg	0,16 gr	1,0 gr	4,03 kg	0,60 gr	3,65 gr
Semana 8	consumo total (7 Días)	Ganancia Día	Ganancia total	consumo total (7 Días)	Ganancia Día	Ganancia total
	3,22 kg	0,40 gr	2,85 gr	6,13 kg	0,77 gr	5,45 gr

Como se observa en la tabla 7, el muestreo de peso sigue en aumento de 5,41g al inicio del mes y finalizando con un peso de 11,28g, con un consumo total de 14,91 Kg por los dos meses. La mortalidad de este mes fue de 68 peces.

En este diseño la ganancia por día va desde los 0,14g hasta los 0,40g y una ganancia total de 0,87g en la primera semana y de 2,85g en la cuarta semana.

Nota: el estanque rectangular demoró 14 días más consumiendo 10,30kg para llegar a su peso óptimo 21,2g, peso para sacar a levante. En comparación con los resultados de los muestreos realizados en el mes de octubre en el estanque circular, evidencian una diferencia significativa en ganancia de peso comparándolo con el estanque rectangular, donde se pasó de tener un peso inicial de 3,03g y al finalizar los dos meses se registró un peso final de 21,1g. Con un consumo total de 22,40 Kg por los dos meses. La mortalidad final fue de 28 peces. En este diseño la ganancia por día va desde los 0,32g hasta los 0,77g, con una ganancia total de 1,95g en la primera semana y de 5,45g en la octava semana.

Las condiciones de altas-bajas en los parámetros de calidad en este diseño, no afectaron el rendimiento y producción de los alevinos, caso contrario paso en el estanque rectangular donde no se obtuvo la conversión alimenticia esperada y hubo una mayor mortalidad.

Los datos registrados de los parámetros de calidad (tabla 8; tabla 9) fueron tomados en los días más críticos (calurosos y lluviosos), donde se vio afectado el rendimiento de los alevinos.

Tabla 8: Parámetros de calidad del agua, estanque rectangular. **Fuente.** Gafaro 2017

Parámetros De Calidad Del Agua					
Estanque # 12 (Rectangular)					
Día	pH	O ² (mg/l)	T°	Hora	Condición climática
02/09/2017	7,26	14,7	13,2	09:00 a.m.	normal
07/09/2017	7,36	15,5	12,8	03:05 p.m.	lluvioso, agua turbia
13/09/2017	7,51	13,9	14,3	02:05 p.m.	caluroso
21/09/2017	7,78	14,1	13,7	01:55 p.m.	caluroso
29/09/2017	7,68	14,1	13,8	01:20 p.m.	caluroso
04/10/2017	7,53	14	14,1	01:35 p.m.	caluroso
10/10/2017	7,29	15,3	12,6	03:38 p.m.	lluvioso, agua turbia
19/10/2017	7,64	14,2	13,9	02:13 p.m.	caluroso
26/10/2017	7,34	15,1	12,8	04:04 p.m.	lluvioso, agua turbia

Tabla 9: Parámetros de calidad del agua, estanque circular. **Fuente.** Gafaro 2017

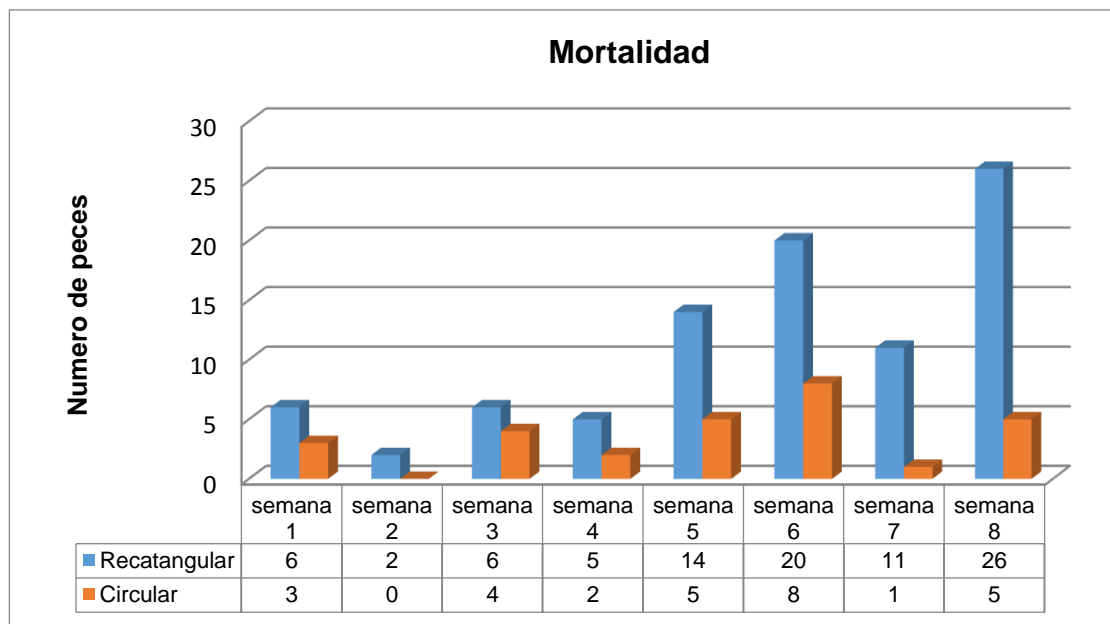
Parámetros De Calidad Del Agua					
Estanque # 18 (Circular)					
Día	pH	O ² (mg/l)	T°	Hora	Condición climática
02/09/2017	7,11	14,8	13,1	09:00 a.m.	normal
07/09/2017	7,21	16	12,9	03:15 p.m.	lluvioso, agua turbia
13/09/2017	7,57	13,8	13,8	02:13 p.m.	caluroso
21/09/2017	7,64	14,1	13,4	02:05 p.m.	caluroso
29/09/2017	7,88	14,2	13,5	01:28 p.m.	caluroso
04/10/2017	7,55	13,9	13,9	01:43 p.m.	caluroso
10/10/2017	7,3	15,8	12,7	03:49 p.m.	lluvioso, agua turbia
19/10/2017	7,76	14,1	13,7	02:22 p.m.	caluroso
26/10/2017	7,51	15,4	12,8	04:13 p.m.	lluvioso, agua turbia

La estación piscícola PESQUEMOS maneja una temperatura promedio de 12,9 a 13,1°C, en las Tablas 8 y 9 se evidencian los cambios que sufrió la temperatura en cada estanque, donde las temperaturas altas pueden ser perjudiciales para los peces. No sólo porque existe un límite máximo de temperatura a que un pez no puede sobrevivir, sino que la solubilidad del oxígeno en el agua y su disponibilidad para los peces disminuye al aumentar la temperatura.

Es más, la necesidad de oxígeno de los seres acuáticos crece a medida que sube la temperatura. Los cambios súbitos de temperatura, ya sea hacia más frío o más calor, son usualmente perjudiciales.²⁹

Por otro lado la turbidez del agua es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, tierra finamente dividida, etcétera). La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua³⁰, la calidad del agua puede relacionarse con el rendimiento del sistema de filtrado. Muchas especies de peces no toleran la turbidez elevada.

Ilustración 22: Mortalidad de los meses de septiembre y octubre. **Fuente.** Gafaro 2017



²⁹ Bernardo LABS. Parámetros Clave de la Calidad del Agua para Piscicultura, 2017.

³⁰ Bautista Covarrubias Juan Carlos; Ruiz Velazco Javier Marcial de Jesús; Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de Geomembrana, Revista Fuente Año 3 No. 8 Julio - Septiembre 2011.

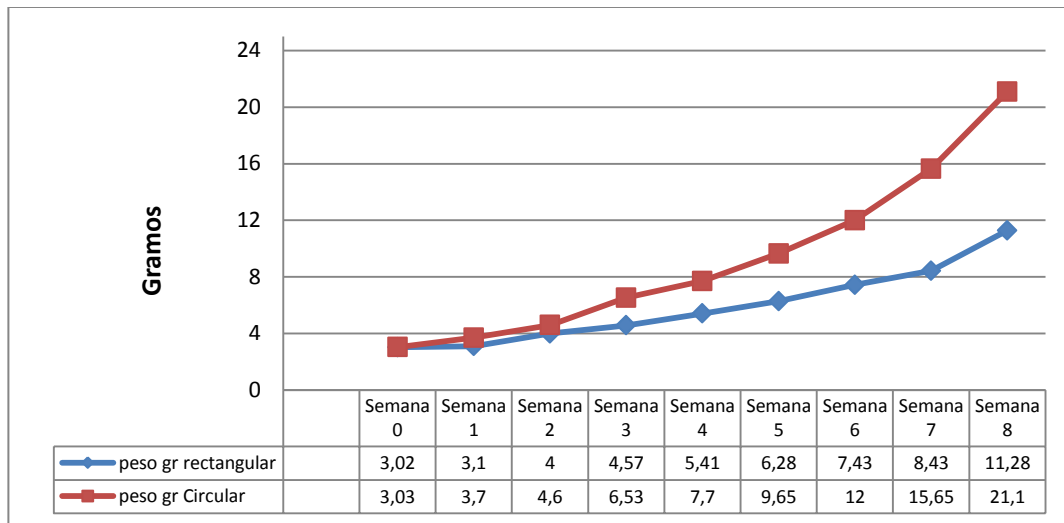
En la **(ilustración 22)** se evidencia la diferencia de mortalidad en los diseños de estanques en el mes de septiembre y octubre. Presentando una alta mortalidad el estanque rectangular con (87 alevinos) en total durante los dos meses equivalente al 5.8% de mortalidad, comparado con el estanque circular que su mortalidad total durante los dos meses fue de (28 alevinos) en total equivalente al 1.86 %, lo cual indica que es más eficiente este último diseño por su facilidad para su limpieza diaria, debido a que este estanque presenta un movimiento del agua en contra de las manecillas del reloj, logrando un “remolino” en el centro manteniendo así, los residuos de comida y heces. El diseño rectangular esta labor de limpieza se dificulta, debido a que los residuos son arrastrados desde la parte inicial del estanque hasta el final, lastimando y causando un alto estrés en los alevinos. Además de las diferencias en la limpieza entre los dos estanques, fue un factor determinante aquellos días críticos (caluroso), ya que el diseño rectangular mantiene y aumenta en 0,7°C la temperatura del agua comparándolo con el diseño circular afectando el consumo de los alevinos.³¹

El movimiento del agua en cada uno de los estanques influyo en el consumo debido a que en diseño rectangular, se presentó gran competencia por el alimento, lo cual llevo a tener un lote heterogéneo con presencia de cabezas y colas en los alevinos retrasando la conversión de ellos. En el diseño circular por su flujo continuo en el agua el alimento se esparció uniformemente, disminuyendo la rivalidad por la comida y esto aumento la conversión alimenticia.³²

³¹ Gafaro A. (2017)

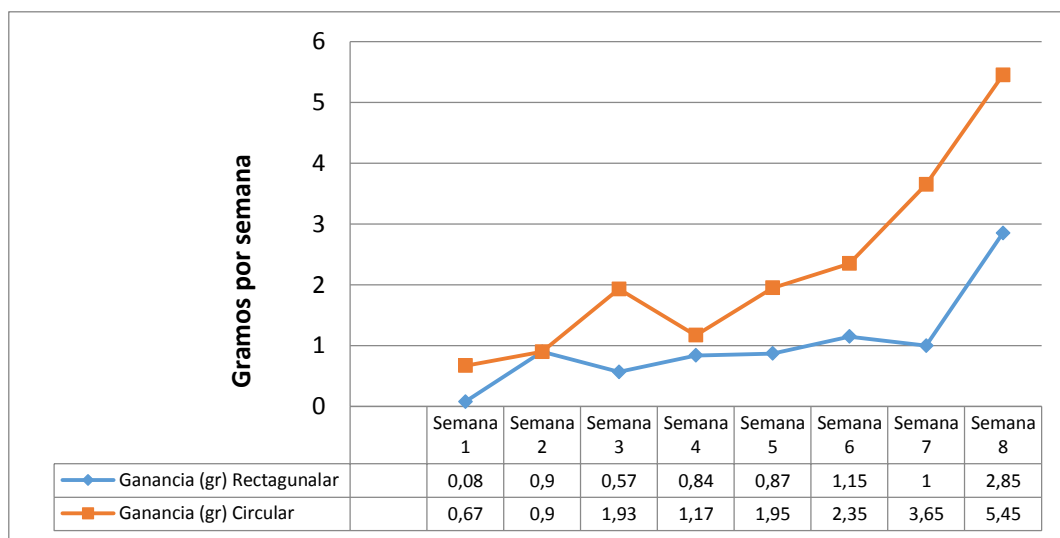
³² Ibid.

Ilustración 23: Ganancia de peso en los alevinos, estanque rectangular y circular. Fuente. Gafaro 2017



Como se observa en las ilustraciones 23 después de los dos meses de muestreos, se evidencia la gran diferencia en ganancia de peso (9,82g) equivalente al 53% de los alevinos del estanque circular en comparación del rectangular. Según este resultado el estanque que optimiza las ganancias de producción y tiempo es el diseño circular, ya que en este diseño se sacaría una mayor cantidad de alevinos a levante en menor tiempo comparado con el estanque rectangular.

Ilustración 24: Ganancia en gramos por semana en los alevinos, estanque rectangular y circular. Fuente. Gafaro 2017



En la ilustración 24 indica la ganancia total en gramos desde la semana uno hasta la semana ocho, donde muestra que el estanque rectangular al finalizar la semana ocho obtuvo una ganancia de (2,85 gr) en comparación del estanque circular que

obtuvo una ganancia de (5,45 gr) equivalente al 52% de diferencia en los dos diseños de estanques, notando una mayor ganancia de peso en el estanque circular en comparación con en el estanque rectangular.

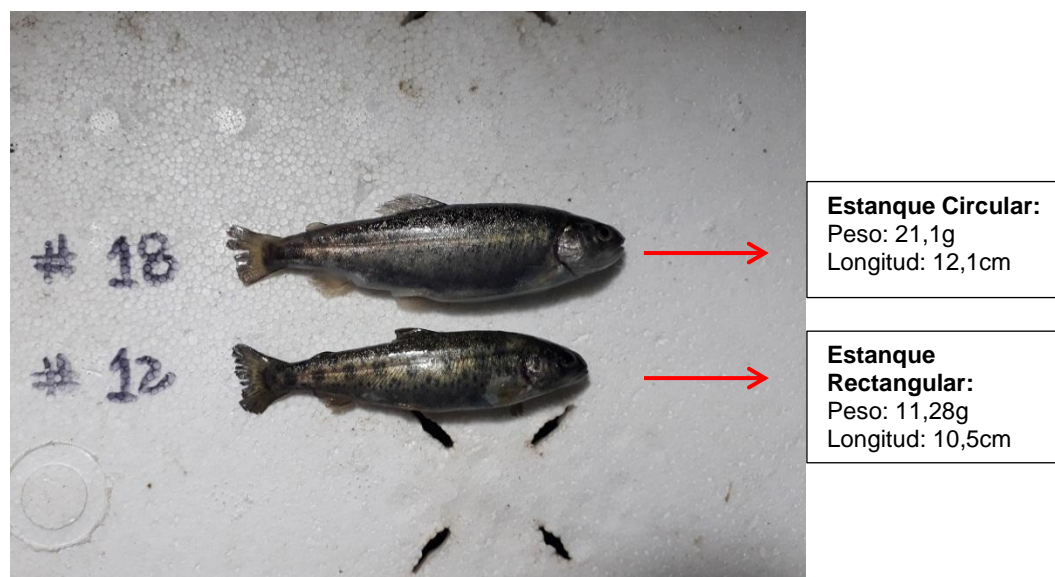


Ilustración 25: Comparación final de longitud y peso de los dos estanques. **Fuente.** Gafaro 2017

Tabla 10: Cuadro comparativo de costos de producción de los dos diseños. **Fuente.** Gafaro 2017

Cuadro Comparativo De Costos De Producción			
Variables	Estanque rectangular	Estanque circular	Diferencia
Días de producción	70 días	50 días	20 días
Consumo total	25,47 Kg	22,4 Kg	3,07 Kg
Costos de consumo (\$)	74.448	65.475	8.973
Mortalidad	87	28	59
Cotos de mortalidad (\$)	382.800	123.200	259.600
conversión	1 :1,19	1 :1,06	---

En la tabla anterior se determinó los días de producción entre los dos diseños, con una diferencia de 20 días para llevar a los alevinos hasta la etapa de levante y aumentando el total de consumo en comparación del estanque circular en 3,07 Kg, lo cual aumenta los costos de consumo en \$ 8,973 pesos.

Por otra parte el alto porcentaje de mortalidad en el diseño rectangular afecta en gran medida los costos de producción porque son 59 alevinos más que el diseño circular perdiendo \$382.800 pesos. La conversión más efectiva se observó en el estanque circular ya que este necesita 1,06 gramos para que aumente 1 gramo los alevinos.

9.2 Prueba T para muestras Independientes, paquete estadístico SPSS V.22.

Básicamente en este proyecto de pasantía nos interesa determinar cuál es el estanque que permitió que los alevinos se desarrollaran con el mayor peso luego de varias semanas de alimentación. Para ello se va a comparar el peso promedio que se obtuvo de los animales en las ocho semanas que se midió información en el estanque rectangular versus el peso promedio obtenido de los animales en el estanque circular. Para efectuar estas comparaciones, se desarrolló la prueba estadística **“Prueba T para muestras Independientes”**.

Tabla 11: Peso promedio y desviación estándar de los pesos por estanque.

Estanque	Promedio	Desviación Estándar
Circular	9,33	2,73
Rectangular	5,94	6,02

Tabla 12: P-valor y diferencia de las medias con la información muestra.

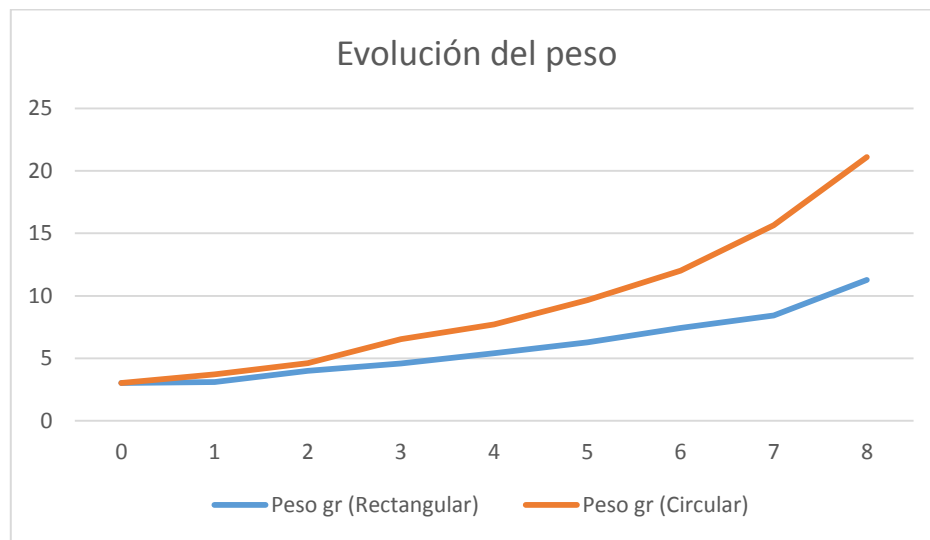
PRUEBA T PARA LA IGUALDAD DE MEDIAS	
P-Valor	0,144
Diferencia	-3,38

Tabla 13: Intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias.

INTERVALO DE CONFIANZA DEL 95% PARA LA DIFERENCIA DE MEDIAS	
INFERIOR	SUPERIOR
-8,05	1,29

Luego de revisar los resultados arrojados por el paquete estadístico SPSS V.22 podemos hacer las siguientes apreciaciones. A pesar de que con el estanque circular se obtuvo un peso promedio de 9,33 gramos el cual al compararse con el encontrado en el estanque rectangular que fue de 5,94 gramos, el peso promedio de los alevines en el estanque circular está por encima del encontrado en el estanque rectangular. Sin embargo, los resultados de la prueba estadística indican que las observaciones de peso obtenidas en los distintos momentos no arrojan suficiente evidencia que indiquen que el peso promedio en los dos estanques sea distinto por las siguientes razones. El p-valor obtenido en la prueba fue de 0,144 el cual es mayor que 0,05 (nivel de significancia), lo cual sugiere que la diferencia de los promedios no es significativa. En definitiva la prueba insinúa que el peso promedio obtenido en los dos estanques es aproximadamente el mismo.

Ilustración 26: Evolución del peso, de acuerdo al estanque.



En la **(ilustración 26)** podemos observar como evolucionaron los pesos de los alevines en cada uno de los estanques en los distintos momentos. La curva asociada a los pesos de los animales en el estanque rectangular en la semana ocho alcanzó un peso ligeramente mayor a los diez gramos, sin embargo este peso se alcanzó en el estanque circular aproximadamente en la semana 6, lo cual es un hallazgo bien importante en términos de tiempo y costos, ya que usando estanques circulares se podría disminuir en dos semanas el tiempo de permanencia de los alevines en los estanques.

11. CONCLUSIONES

- Mediante la realización del diagnóstico inicial de la estación piscícola PESQUEMOS, Mutiscua Norte de Santander, se identificaron las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas del sistema de producción, evidenciándose en el mal manejo y producción en la etapa de alevinaje.
- La estación piscícola PESQUEMOS tiene como fortaleza ser una de las estaciones piscícolas mas grande le municipio de Mutiscua, la cual abarca una mercado amplio para la distribución del producto final su principal debilidad está determinado por la compra de las semillas (ovas) ya que estas no llegan en condiciones óptimas porque presentan un diámetro pequeño, deformidades y por ende una alta mortalidad llevando a pérdidas económicas.
- Conocer los parámetros zootécnicos (temperatura, oxígeno disuelto y pH) de los estanques antes de comenzar cualquier producción permite identificar los principales problemas a mejorar para optimizar el rendimiento en la producción.
- En los días críticos con temperaturas altas, el estanque rectangular presento alzas en este parámetro (0.7°C) llevando a un bajo consumo de alimento y aumento de la mortalidad en un 5.8%. El movimiento continuo del agua en el diseño circular favoreció una mejor ganancia de peso con un 53% y a una menor mortalidad con 1.86 % convirtiéndolo en una alternativa rentable en esta etapa ya que se reduce el tiempo y costos de producción.
- El estanque circular reflejo las mejores condiciones en manejo y parámetros zootécnicos, con una producción de alevinos más homogénea en menor tiempo con 20 días menos que el diseño rectangular, lo cual reduce costos de consumo en \$ 8.973 pesos y costos de mortalidad en \$ 259.600 pesos.
- Esta práctica contribuyó en la parte social, hubo un enriquecimiento intelectual de las personas en la empresa y una retroalimentación en esta área.

12. RECOMENDACIONES

- Analizar los datos obtenidos mediante la elaboración de pesajes semanales, aplicando el porcentaje de alimentación establecidos en la estación piscícola PESQUEMOS.
- Realizar conteos periódicos de los lotes en la etapa de alevinaje para tener un mejor control de mortalidad en los lotes.
- Emplear estanques circulares para mejorar la producción, reducir costos tiempo y mortalidad en la etapa de alevinaje, siendo una alternativa rentable para los piscicultores.
- Ajustar la carga animal en cada estanque teniendo en cuenta sus dimensiones con el fin de mejorar las características zootécnicas, evitando enfermedades y mejorando la mortalidad para dar un mejor ambiente a los peces.
- Capacitar al personal de alimentación acerca de las labores a realizar en la etapa de alevinaje buscando efectividad y veracidad en la realización de las labores, reduciendo costos y tiempo.

BIBLIOGRAFIA

1. Acuerdo de Competitividad de la Cadena de la Piscicultura en Colombia, Ministerio de Agricultura, 2005.
2. Aquino Martínez Guillermo, Manual Básico para el Cultivo de Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). 2008.
3. Arboleda, Bernal Andrés; Estudio de la Viabilidad del Plan de Negocios para un Proyecto Piscícola Rentable en El Valle Del Cauca, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. 2009.
4. Arciniega Elizabeth; Caiafa Itala Ivonne; Pesca y Acuicultura de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009.
5. Bautista Covarrubias Juan Carlos; Ruiz Velazco Javier Marcial de Jesús; Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de Geomembrana, Revista Fuente Año 3 No. 8 Julio - Septiembre 2011.
6. Bernardo LABS. Parámetros Clave de la Calidad del Agua para Piscicultura, 2017.
7. Cuarite Laque Jesús E, ¿CÓMO ALIMENTAR A MIS TRUCHAS? Recomendaciones y Aplicación de Fórmulas; Perú, 2015.
8. Del Valle Alejandro E; Ciclo de vida de los Salmónidos, Boletín # 7, 2013.
9. Galvis Ramírez & Cía. S.A., Redacción Agropecuaria, Vanguardia.com 2016.
10. Guía de Truchicultura, Trucha Arco Iris, Itacol.
11. Hoyos, Martínez Darwin; Evaluación del Impacto de la Retención de Sólidos Suspendidos en los Estanques de Cultivo de Trucha sobre la Calidad Físicoquímica del agua para la producción de Peces, Universidad Del Valle Santiago de Cali, Septiembre de 2011.
12. Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia. Estudio nacional del agua relaciones de demanda de agua y oferta hídrica; IDEAM, 2008
13. Manual de Crianza de Trucha en Ambientes Convencionales, FONDEPES. Perú, 2014.
14. Manual de Crianza en Trucha, Municipalidad de Ragash, Perú 2009
15. Manual Práctico Para El Cultivo de Truchas Arco Iris, FAO 2014.
16. Ministerio de Agricultura, 2009.

17. Morales, Gabriel Alejandro; Quirós, Rolando; Desempeño productivo de la trucha arco iris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación; Argentina, 2004.
18. Morales, Gabriel, Crecimiento y eficiencia alimentaria de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación; Argentina, 2004.
19. Muñoz Guerrero Jaime, La nutrición y la alimentación eficiente de los peces, Agrinal Colombia S.A, 2005.
20. Noel Guevara Wilfredo, Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos, Tacna, Peru, 2003.
21. Oliva, Gloria de La Manual De Buenas Prácticas De Producción Acuícola En El Cultivo De Trucha Arco iris, Perú, Mayo 2011.
22. Piedrahita Raul; Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. Aquaculture. 2003.
23. Prada Anthony; La Demanda De La Carne De Trucha, Perú, 2005.
24. Quiñones Sánchez, Juan Esteban, Análisis de la cadena agroalimentaria de la Trucha en Colombia, 2014.
25. Redacción National Geographic, Septiembre 5, 2010.
26. Sanabria Parrado Yinet Andrea, Historia de la Acuicultura en Colombia, Revista AquaTIC, nº 37, pp. 60-77. Año 2012 ISSN 1578-4541
27. Trucha arco iris, (*Oncorhynchus mykiss*).JACUMAR, 2015.

