Universidad Nacional Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA

ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y MEJORAS DE PROCESOS PARA EL DESARROLLO DE CULTIVO DE TRUCHA STEELHEAD EN JAULAS FLOTANTES EN LA EMPRESA MAR ANDINO S.A.C.

Línea de investigación:

Desarrollo de Productos de la Acuicultura

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Pesquero

Autor

Zapata Carazas, Eleazar

Asesor

Mogollón Ávila, Santos Valentín

ORCID: 0000-0001-5138-5842

Jurado

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Nieburh Gonzales, Miryam Adelaida

Llontop Vélez, Carlos

Lima – Perú

2026

RECONOCIMIENTO - NO COMERCIAL - SIN OBRA DERIVADA
(CC BY-NC-ND)

ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y MEJORAS DE PROCESOS PARA EL DESARROLLO DE CULTIVO DE TRUCHA STEELHEAD EN JAULAS FLOTANTES EN LA EMPRESA MAR ANDINO S.A.C.

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	2%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	13%
2	repository.uamerica.edu.co Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	mochilerostv.com Fuente de Internet	1%
5	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina Trabajo del estudiante	<1%
9	doaj.org Fuente de Internet	<1%
10	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1%
11	allaquaculture.com Fuente de Internet	<1%
	core.ac.uk	

Universidad Nacional Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA

ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y MEJORAS DE PROCESOS PARA EL DESARROLLO DE CULTIVO DE TRUCHA STEELHEAD EN JAULAS FLOTANTES EN LA EMPRESA MAR ANDINO S.A.C.

Línea de investigación:

Desarrollo de Productos de la Acuicultura

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar al Título profesional de Ingeniero Pesquero

Autor:

Zapata Carazas, Eleazar

Asesor:

Mogollón Ávila, Santos Valentín

ORCID: 0000-0001-5138-5842

Jurado:

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Nieburh Gonzales, Miryam Adelaida

Llontop Vélez, Carlos

Lima – Perú

2026

ÍNDICE

RESUMEN vi

ABSTRACT vii

I. INTRODUCCIÓN 1

1.1 Trayectoria del autor 2

1.2 Descripción de la empresa 3

1.3 Organigrama de la empresa 4

1.4 Áreas y funciones desempeñadas 5

1.4.1 Área de tecnología de la producción 6

1.4.2 Responsabilidades integrales del cargo 6

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA 8

2.1 Jefe de centro 8

2.2 Actividades realizadas 9

2.2.1 Alimentación 9

2.2.2 Extracción de mortalidad 12

2.2.3 Muestreos biométricos 13

2.2.4 Cosecha 14

2.3 Aspectos aprendidos y puestos en práctica 16

2.3.1 Tasa de Crecimiento Específico (TCE) o SGR 16

2.3.2 Factor de Conversión (FCR) 17

2.3.3 Índice de Condición de Fulton (K) 17

2.3.4 Índice Gonadosomático (IGS) 17

III APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA 18

IV CONCLUSIONES 22

V RECOMENDACIONES 23

VI REFERENCIAS 24

VII ANEXOS 26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Balance de materia: Ejemplo de un grupo/lote antes de la incorporación de la plataforma flotante. 20

Tabla 2. Balance de materia: Ejemplo de un grupo/lote después de la incorporación de la plataforma flotante. 21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa 5

Figura 2. Ubicación del centro de cultivo en la laguna PunRun 8

Figura 3. Módulo de jaulas 9

Figura 4. Equipo de alimentación Blower 11

Figura 5. Monitoreo de la alimentación, mediante cámaras sumergidas y monitores. 12

Figura 6. Imagen de la cámara sumergida durante el monitoreo de la alimentación. 12

Figura 7. Personal del centro de cultivo realizando muestreo de peso y talla 14

Figura 8. Personal del centro de cultivo en la zona de matanza. 16

Figura 9. Diagrama de flujo del Centro de Cultivo de trucha Lancari II. 19

RESUMEN

La acuicultura de trucha constituye una actividad económica relevante para el desarrollo nacional, generando empleo y contribuyendo a las exportaciones peruanas. El sistema de jaulas flotantes se ha posicionado como metodología eficiente para la producción intensiva de trucha Steelhead en ambientes lacustres altoandinos. Durante la experiencia profesional en Mar Andino S.A.C., se implementaron estrategias de mejoramiento operativo centradas en la optimización de la gestión del recurso humano y el perfeccionamiento de procesos productivos. Las funciones como Jefe de Centro abarcaron supervisión de alimentación, manejo de mortalidades, evaluaciones biométricas y operaciones de cosecha, aplicando indicadores técnicos como TCE, FCR e Índice de Condición de Fulton. Uno de mis principales aportes fue la propuesta de una plataforma flotante de 10 toneladas. Esta innovación logró reducir en 80% los traslados marítimos, lo que optimizó considerablemente los recursos logísticos. Asimismo, establecí protocolos de Buenas Prácticas Acuícolas (BPA) y Planes de Higiene y Saneamiento (PHS), fortaleciendo así los estándares de bioseguridad. La aplicación de principios de mejoramiento continuo demostró impactos positivos en eficiencia operativa y reducción de costos. Esta experiencia evidencia la importancia de integrar conocimientos técnicos con estrategias de gestión empresarial para alcanzar objetivos de rentabilidad en el sector acuícola.

Palabras clave: Gestión acuícola, trucha Steelhead, optimización de procesos, mejoramiento continuo, eficiencia productiva, acuicultura sostenible.

ABSTRACT

Trout aquaculture constitutes a significant economic activity for national development, generating employment and contributing to Peruvian exports. The floating cage system has positioned itself as an efficient method for the intensive production of Steelhead trout in high-altitude lake environments. During my professional experience at Mar Andino S.A.C., operational improvement strategies were implemented, focusing on optimizing human resource management and refining production processes. As Center Manager, my responsibilities included supervising feeding, managing mortalities, conducting biometric evaluations, and overseeing harvest operations, applying technical indicators such as TCE, FCR, and Fulton's Condition Index. One of my main contributions was the proposal of a 10-ton floating platform. This innovation reduced maritime transport by 80%, significantly optimizing logistical resources. Furthermore, I established protocols for Good Aquaculture Practices (BPA) and Hygiene and Sanitation Plans (PHS), thereby strengthening biosecurity standards. The application of continuous improvement principles showed positive impacts on operational efficiency and cost reduction. This experience demonstrates the importance of integrating technical knowledge with business management strategies to achieve profitability goals in the aquaculture sector.

Keywords: Aquaculture management, Steelhead trout, process optimization, continuous improvement, production efficiency, sustainable aquaculture.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) se ha consolidado como una actividad económica de gran importancia en las regiones altoandinas, contribuyendo significativamente al desarrollo económico regional y la generación de empleo especializado (Calle et al., 2020). Según estadísticas oficiales del Ministerio de la Producción (PRODUCE, 2024), la truchicultura peruana se concentra estratégicamente en las regiones de Puno, Huancavelica y Junín, posicionando al país como un productor competitivo en el mercado internacional de salmónidos, de acuerdo con el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2015).

El cultivo mediante sistemas de jaulas flotantes representa una tecnología avanzada que ha sido exitosamente adaptada de países con amplia experiencia en salmonicultura. Esta metodología ha demostrado ventajas comparativas importantes en términos de utilización eficiente del espacio acuático, control de parámetros ambientales y manejo sanitario, permitiendo alcanzar índices de productividad internacionalmente competitivos (Beveridge, 2004; Hasan & Halwart, 2009). Los sistemas de jaulas flotantes han mostrado ser particularmente eficaces para la producción de salmónidos en ambientes controlados, facilitando el manejo operativo y optimizando los procesos de alimentación y monitoreo (Cardia & Lovatelli, 2015).

La empresa Mar Andino S.A.C., establecida estratégicamente en 2013, opera bajo condiciones ambientales únicas en la cima de la Cordillera de Los Andes, a más de 4,300 metros de altitud, produciendo trucha Steelhead de calidad excepcional en un entorno prístino que minimiza los riesgos sanitarios comunes en la industria. Esta ubicación geográfica privilegiada proporciona condiciones naturales óptimas que incluyen aguas de alta calidad, temperaturas estables y ausencia de contaminantes industriales.

El presente informe de suficiencia profesional documenta detalladamente las actividades administrativas y mejoras de procesos desarrolladas específicamente para el cultivo de trucha Steelhead en sistemas de jaulas flotantes, aplicando rigurosamente los fundamentos teóricos

adquiridos durante la formación académica y generando aportes técnicos significativos para la optimización productiva del sector.

1.1 Trayectoria del autor

Mi desarrollo profesional en el sector acuícola se inició con la formación académica en la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional Federico Villarreal. La formación en ingeniería pesquera proporciona las bases científicas y tecnológicas necesarias para el desarrollo sostenible de recursos acuáticos, abarcando desde el conocimiento profundo de la biología marina hasta las tecnologías avanzadas de cultivo intensivo.

Comencé mi carrera en el Centro de Cultivo de Truchas - Mar Andino Perú S.A.C. como asistente de producción, coordinando y ejecutando procesos fundamentales del cultivo, incluyendo alimentación, monitoreo sanitario y manejo de biomasa. Esta experiencia inicial me permitió aplicar directamente los conocimientos universitarios y desarrollar habilidades específicas en el manejo de indicadores productivos como la tasa de conversión alimenticia (FCR), tasa de crecimiento específico (SGR) e índices de supervivencia (Morales, 2004).

La progresión natural en mi carrera culminó con mi designación como Jefe de Centro en el Centro de Cultivo Lancari II, donde asumí responsabilidades ampliadas que abarcan tanto aspectos técnicos de producción como gestión administrativa integral. En este rol, coordino y superviso procesos productivos y administrativos, garantizando el cumplimiento de programas e indicadores de gestión.

Entre mis principales contribuciones al sector destacan la implementación exitosa de Buenas Prácticas Acuícolas (BPA) y del Plan de Higiene y Saneamiento (PHS), así como la propuesta innovadora de una plataforma flotante con capacidad operativa de 10 toneladas, que redujo significativamente los traslados marítimos y optimizó considerablemente los recursos logísticos de la empresa. Estas mejoras se fundamentan en principios de gestión acuícola

moderna que enfatizan la eficiencia operativa y la sostenibilidad ambiental (Grigorakis & Rigos, 2011).

Mi experiencia en diferentes niveles de responsabilidad me ha proporcionado una visión integral de los procesos acuícolas, desde desafíos operativos cotidianos hasta decisiones estratégicas, constituyendo la base fundamental para los aportes documentados en este informe de suficiencia profesional.

1.2 Descripción de la empresa

Mar Andino S.A.C. es una empresa sudamericana fundada en 2013 con la visión de producir trucha Steelhead de alta calidad mundial, manteniendo un compromiso especial con el medio ambiente y las demandas de los mercados globales. La empresa desarrolla sus operaciones en condiciones únicas en la cima de la Cordillera de Los Andes, a más de 4,300 metros de altitud, inspirándose en las mejores prácticas de países con experiencia en cultivo de salmónidos como Chile y Noruega.

Según el Ministerio de la Producción (PRODUCE, 2022), las condiciones de las zonas altoandinas del Perú ofrecen ventajas para el cultivo de trucha debido a la calidad de sus aguas frías y al ambiente menos intervenido, lo que favorece el desarrollo de la actividad acuícola.

La infraestructura productiva de la empresa comprende cuatro centros de cultivo estratégicamente distribuidos: tres centros especializados ubicados en el Lago Punrun y un centro adicional en el Lago Choclococha. Esta distribución geográfica permite optimizar las condiciones específicas de cada cuerpo de agua y diversificar los riesgos operativos. Complementando las operaciones de cultivo, la empresa cuenta con instalaciones modernas de procesamiento y ahumado ubicadas en Lima, específicamente en San Juan de Miraflores, estratégicamente posicionadas a una hora del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez para facilitar la conectividad eficiente con mercados internacionales especializados.

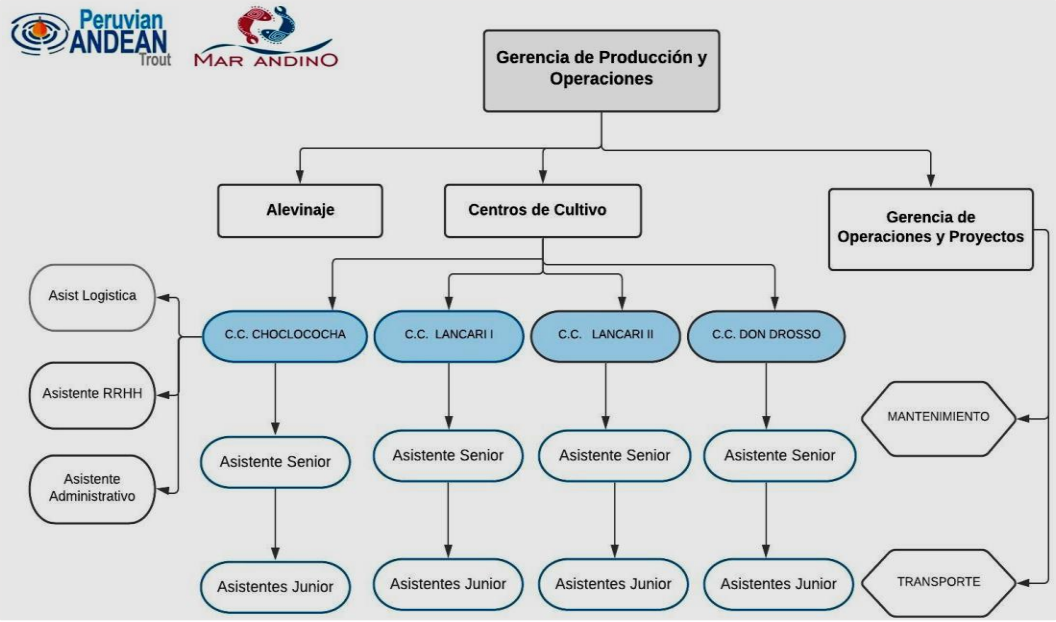
1.3 Organigrama de la empresa

La estructura organizacional de Mar Andino S.A.C. está encabezada por la Gerencia de Producción y Operaciones, que coordina todas las actividades productivas de la empresa. Esta gerencia supervisa tres áreas principales: Alevinaje, Centros de Cultivo y Gerencia de Operaciones y Proyectos. Los Centros de Cultivo operan de manera descentralizada e incluyen cuatro ubicaciones: C.C. Choclococha, C.C. Lancari I, C.C. Lancari II y C.C. Don Drioso. Cada centro cuenta con una estructura jerárquica que incluye un Asistente Senior, quien supervisa a los Asistentes Junior encargados de las operaciones diarias.

Durante mi desempeño profesional, he ocupado la posición de Asistente Senior en el C.C. Lancari II, coordinando las actividades del personal operativo y asegurando el cumplimiento de protocolos técnicos. La estructura también incluye áreas de apoyo como Asistencia Logística, Asistente RRHH, Asistente Administrativo, Mantenimiento y Transporte, que brindan soporte integral a las operaciones productivas. Como se muestra en la Figura 1, el organigrama de la empresa refleja la estructura jerárquica que facilita la coordinación y el manejo de las actividades operativas.

Figura 1

Organigrama de la empresa



Nota. Recursos Humanos Mar Andino Perú S.A.C (2026).

1.4 Áreas y funciones desempeñadas

En esta área, asumí la responsabilidad integral de gestionar el recurso humano especializado, vinculándome directamente con actividades financieras operativas y trabajando bajo estrictos parámetros presupuestarios establecidos. Elaboré sistemáticamente planes operativos diarios, semanales y mensuales alineados con las operaciones técnicas e índices productivos establecidos como objetivos estratégicos.

La gestión diaria del personal se realizó mediante la programación detallada de funciones por operaciones específicas y tiempos optimizados, logrando mayor eficiencia operativa. Esta programación sistemática eliminó la improvisación operativa y garantizó que el personal tuviera conocimiento previo y claro de sus responsabilidades diarias, mejorando significativamente la productividad y reduciendo los tiempos muertos.

1.4.1 Área de tecnología de la producción

La vinculación con esta área se desarrolló a través del análisis detallado de cada operación, donde identifiqué y ejecuté secuencias optimizadas de pasos técnicos. Durante este análisis, identifiqué cuellos de botella operativos y puntos críticos de pérdida de tiempo, a los cuales apliqué soluciones basadas en conocimiento adquirido y experiencias previas en otros centros de cultivo.

Las propuestas de mejora implementadas optimizaron significativamente la eficiencia operativa diaria, permitiendo el cumplimiento de mayores volúmenes de trabajo y mejorando indirectamente los índices productivos críticos. Un ejemplo específico de innovación fue la optimización del sistema de abastecimiento de alimento, que inicialmente se ejecutaba mediante embarcaciones con capacidad máxima de 2.5 toneladas. Esta limitación fue superada mediante mi propuesta de inversión en una plataforma flotante especializada con capacidad de 10 toneladas, reduciendo de manera cuantificable los traslados necesarios desde el muelle hasta los módulos de cultivo.

1.4.2 Responsabilidades integrales del cargo

Como Jefe de Centro, mis responsabilidades abarcaron:

- Programación, dirección, monitoreo, supervisión y evaluación continua de procesos de mejoramiento de producción
- Cumplimiento riguroso de planes de producción de la unidad productiva, con manejo eficiente de recursos y dentro de estándares de productividad y calidad internacionalmente establecidos
- Dirección y control integral de todas las actividades de los procesos de la unidad productiva y utilización optimizada de recursos necesarios para el cumplimiento de programas de producción y mantenimiento preventivo

- Coordinación del suministro oportuno de recursos críticos para garantizar el desarrollo normal de procesos de producción y mantenimiento especializado
- Ejecución de acciones de mejoramiento continuo, preventivas y correctivas para evitar no conformidades en producto y proceso
- Administración y control especializado de la mano de obra para asegurar su máxima eficiencia en procesos de producción y promoción de la mejora continua sistemática
- Participación activa en programas de mejora continua de procesos y cumplimiento de funciones adicionales asignadas por supervisión directa

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

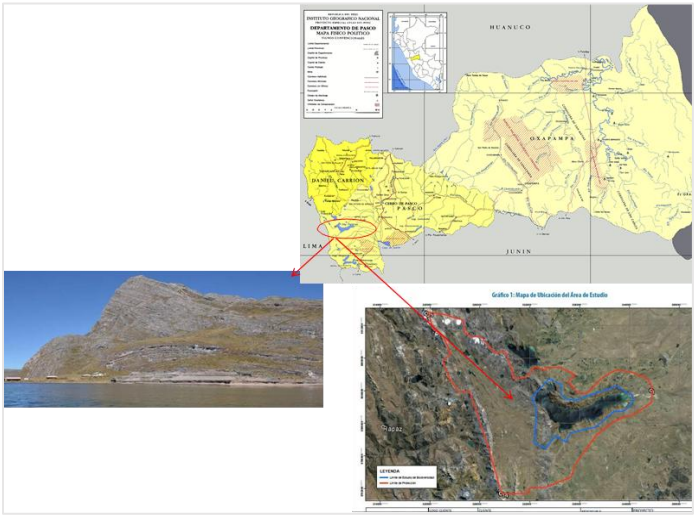
En esta sección, se detallan las actividades realizadas durante el tiempo de trabajo en el cargo de Jefe de Centro en la empresa Mar Andino S.A.C., específicamente en el Centro de Cultivo en la Laguna PunRun, ubicada en el distrito de Tinyahuarco, en el departamento de Pasco, Perú. Las actividades descritas incluyen tanto las operativas como las estratégicas realizadas para optimizar el proceso de producción y mejorar la eficiencia del centro de cultivo de truchas.

2.1 Jefe de centro

La actividad fue realizada en el Centro de Cultivo de Truchas ubicado en la Laguna PunRun, situada en el departamento de Pasco, específicamente en el distrito de Tinyahuarco, dentro de la provincia de Pasco, Perú, cuya ubicación geográfica se presenta en la Figura 2. El centro de cultivo se localiza en las coordenadas 10°49′50.93″ S y 76°31′33.59″ O, a una altitud aproximada de 4 200 m s. n. m., y se dedica a la producción de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss), desde la fase de alevines hasta la fase de engorda.

Figura 2

Ubicación del centro de cultivo en la laguna PunRun.



Nota. Extraido de Google Earth.

Parte de las actividades fueron ejecutadas en estructuras flotantes cuadradas de acero galvanizado con dimensiones de 30 m x 30 m, en las cuales se ubicaban mallas cuadradas de las mismas dimensiones, con profundidades de 12 m. El conjunto de jaulas se le denomina modulo, cuya disposición se muestra en la Figura 3. La experimentación se realizó en un módulo de engorda de 10 jaulas, en las cuales se ubican truchas con pesos promedios en el rango de los 250 a 3,000 g. Este tipo de configuración es ampliamente utilizada en sistemas de acuicultura intensiva debido a su eficiencia en el manejo de biomasa y facilidad de operación (Beveridge, 2004).

Figura 3

Módulo de jaulas



2.2 Actividades realizadas

2.2.1 Alimentación

En todo centro de cultivo de truchas una de las labores principales es la alimentación ya que se requiere de planificación, supervisión y manejo de estrategias para una correcta realización. El uso eficiente se puede traducir en una importante disminución en los costos de producción, considerando que la alimentación representa entre el 50-70% de los costos totales

de producción en acuicultura intensiva (Morales, 2004). La alimentación en el centro de cultivo PunRun se manejó de la siguiente manera:

Planificación. Un día antes de la alimentación de las truchas, los supervisores designan la cantidad de alimento que se va a suministrar a cada una de las jaulas, este cálculo se basa en la biomasa existente y la tasa de alimentación especifica (TAE) según el peso promedio de cada una de las jaulas. El alimento calculado se suministra por medios de tiempos máximos y mínimos por kilos dependiendo de los valores pellet por pez por minuto (p/p/m).

Manejo De Estrategias. El alimento calculado para cada jaula se distribuye según estrategias establecidas: tres raciones para peces menores a 1,000 g y dos raciones para los mayores a este peso. La alimentación está condicionada por parámetros ambientales, especialmente el oxígeno disuelto, que debe mantenerse igual o superior a 4.2 mg/l, valor crítico para el bienestar y eficiencia alimenticia de los salmónidos en sistemas de cultivo (Beveridge, 2004).

El alimento se suministra por dos tipos de máquinas: la primera son blowers, máquina que funciona con motores de dos tiempos que impulsan los pellets mediante aire. El alimento es direccionado al cardumen de truchas mediante una manguera de 4 pulgadas y la capacidad de tolva es de 120 kg. En la Figura 4 se muestra el equipo de alimentación tipo Blower utilizado durante las actividades de engorda.

Figura 4

Equipo de alimentación Blower



Supervisión. La alimentación es supervisada por medio del personal del centro de cultivo, que utilizan equipos como cámaras sumergidas ubicadas a 4 m por debajo de la superficie y monitores conectados a ellas, evalúan la apetencia del cardumen. Esta tecnología de monitoreo permite una evaluación precisa del comportamiento alimentario y optimiza las tasas de conversión alimenticia (Oppedal et al., 2011), como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Monitoreo de la alimentación, mediante cámaras sumergidas y monitores.



Durante el proceso de supervisión, se emplean cámaras sumergidas para la observación directa del comportamiento de los peces durante la alimentación; una vista detallada de este equipo en operación se presenta en la Figura 6.

Figura 6

Imagen de la cámara sumergida durante el monitoreo de la alimentación.



2.2.2 Extracción de mortalidad

La gestión de mortalidades en el centro de cultivo se realiza mediante un sistema de extracción automatizado modelo Lift Up, importado desde Chile. Este equipo está diseñado específicamente para la recolección eficiente de peces muertos desde el fondo de las jaulas. La extracción regular de mortalidades es crucial para mantener registros precisos de pérdidas, considerando que factores ambientales, biológicos y físicos pueden acelerar la degradación de

los peces muertos en las jaulas marinas antes de su remoción, lo que puede comprometer la exactitud del monitoreo de pérdidas de biomasa (Chadli et al., 2024).

El sistema está conformado por un cono recolector con una capacidad estimada de 700 kg, el cual se instala en la parte inferior de la red de cultivo. Su función principal es generar tensión en la malla para facilitar la acumulación gravitacional de los peces muertos en su interior. Desde el cono parte una manguera de 8 pulgadas de diámetro, que conecta directamente con los contenedores de recolección ubicados en la superficie de la jaula.

El sistema opera con un compresor de aire, el cual inyecta aire comprimido a través de una línea de ½ pulgada que desemboca en la boca del cono recolector. Esta inyección de aire genera un efecto de vacío dentro de la manguera de 8 pulgadas, lo que permite succionar el agua junto con los peces muertos, transportándolos hasta los contenedores de superficie.

El registro de mortalidades se realiza de manera diaria, utilizando planillas estructuradas en hojas de cálculo Excel, lo que permite mantener un control sistemático y facilitar el análisis de tendencias en la biomasa afectada.

2.2.3 Muestreos biométricos

El muestreo constituye una herramienta fundamental dentro de la gestión productiva del cultivo, ya que permite ajustar las proyecciones de crecimiento y evaluar el desempeño real de la biomasa. En el centro de cultivo, estas evaluaciones se llevan a cabo mensualmente en todas las jaulas, midiendo tanto el peso como la talla de los ejemplares de trucha. La cantidad de peces seleccionados para el muestreo varía en función del stock presente en cada unidad, siendo el promedio de aproximadamente 400 individuos por jaula, aplicando principios de muestreo estadístico establecidos para estudios biométricos en poblaciones de peces. (Ricker,1975).

Para la captura de los ejemplares se emplea una malla cuadrada de arrastre con cocada de 1,5 pulgadas y dimensiones de 5 x 5 metros. Con la colaboración del personal operario, se realiza el lance para recolectar la muestra, la cual se traslada hacia una de las esquinas de la jaula. Los peces son posteriormente extraídos con carcales y depositados en contenedores (bins)

que contienen una mezcla de agua del propio cuerpo lagunar y eugenol como anestésico (producto FL – 5196, Aromas del Perú).

El anestésico se aplica mediante inmersión directa, utilizando una solución de 4 ml de eugenol por cada 140 litros de agua, lo que permite una sedación efectiva tras algunos minutos de exposición. Una vez anestesiados, los peces son pesados individualmente utilizando una balanza electrónica modelo SUPER SS, con capacidad máxima de 6 kg y una precisión de ± 1 gramo. Por cada jaula se muestrean entre 250 y 400 ejemplares, los cuales, tras la toma de datos biométricos, son reintegrados a sus jaulas de origen. Este procedimiento de muestreo de peso y talla realizado por el personal del centro de cultivo se muestra en la Figura 7.

Figura 7

Personal del centro de cultivo realizando muestreo de peso y talla.



2.2.4 Cosecha

Es el proceso final de producción en el centro de cultivo el cual consiste en el sacrificio de las truchas que han alcanzado el peso promedio objetivo, generalmente este peso fluctúa entre los 2 500 g a 3 000 g y las cantidades cosechadas dependerá de lo solicitado por el área de ventas. Las truchas sacrificadas son trasladas en contenedores isotérmicos que contienen una mezcla de agua y hielo hacia la planta de procesos que se ubica en la ciudad Lima. Las etapas de la cosecha son las siguientes:

Traslado. Las truchas de la jaula seleccionada se mantendrán en ayuno 4 días previo a su cosecha, con la intención de evitar muertes por traslado, las truchas son trasladas desde la jaula de origen hacia una jaula móvil denominada transportadora en cantidades de 5 000 truchas por viaje, la jaula móvil será empujada por medio de una embarcación hacia la zona de cosecha.

Succión. Los peces trasladados son acopiados en la zona de cosecha, los cuales serán succionados por medio de bombas de vacío y conducidos por medios de mangueras hacia la zona de matanza ubicado en tierra, la velocidad de succión será en promedio de 200 truchas por succión.

Beneficio. Las truchas succionadas terminan en la línea de beneficio, la cual se inicia con un golpe a la altura de la cabeza con un martillo hidráulico llamado “stunner”, que tiene como objetivo de inmovilizar a la trucha y permitir el corte de agallas para el desangrado. Las truchas desangradas son llevadas a los contenedores isotérmicos que tienen una mezcla de agua y hielo. El desarrollo de estas actividades en la zona de matanza del centro de cultivo se muestra en la Figura 8.

Transporte. Los contenedores isotérmicos son llenados con 200 unidades de truchas aproximadamente. Una vez alcanzado esta cantidad son rotulados, codificados, pesados para mantener la trazabilidad del proceso y son trasladados al camión de transporte con destino a la planta de procesamiento en la ciudad de Lima.

Figura 8

Personal del centro de cultivo en la zona de matanza.



2.3 Aspectos aprendidos y puestos en práctica

A continuación, detallo algunos conceptos aprendidos en mi alma mater y puestos en práctica en mi centro de labores, los cuales se verán reflejados en el desarrollo del trabajo.

2.3.1 Tasa de Crecimiento Específico (TCE) o SGR

El crecimiento de los peces fue evaluado según la tasa de crecimiento específico (TCE), expresada como porcentaje diario de crecimiento en peso (g), para calcular la TCE fue utilizada la siguiente ecuación (Rowe & Thorpe, 1990):

$$T.C.E = \frac{((Ln\,W2\ -\ Ln\,W1))\ \times\ 100}{(t2\ -\ t1)}$$

Donde; $\mathbf{Ln}$ es el logaritmo natural, $\boldsymbol{W2}$ es el peso promedio final del grupo en el tiempo $\boldsymbol{t2}$, y $\boldsymbol{W1}$ es el peso promedio inicial en el tiempo $\boldsymbol{t1}$.

2.3.2 Factor de Conversión (FCR)

El factor de conversión alimenticia, indicador crítico de eficiencia económica, fue calculado mediante la ecuación estandarizada (Stead & Laird, 2002):

$$FCR = \frac{Peso\ de\ alimento\ consumido\ sobre\ un\ tiempo\ dado\ (k)}{Incremento\ de\ peso\ del\ pez\ en\ el\ mismo\ tiempo\ (k)}$$

2.3.3 Índice de Condición de Fulton (K)

La relación entre el peso y la longitud del pez se hizo según el índice de condición Fulton (K) (Ricker, 1975) y fue calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$K = \frac{W\ x\ 100}{L^3}$$

Donde; W: es el peso en gramos y L: es la longitud en centímetros de cada pez.

2.3.4 Índice Gonadosomático (IGS)

El índice Gonadosomático fue calculado usando la siguiente ecuación (Bastardo et al., 2003).

$$IGS = \frac{Peso\ de\ la\ gonada}{Peso\ del\ cuerpo\ del\ pez\ x\ 100}$$

Para clasificar el grado de madurez de los peces se utilizó como base el artículo “La intensidad de la luz afecta el crecimiento y la maduración sexual del salmón del Atlántico (Salmo salar) tras la muda en jaulas marinas” (Oppedal et al., 1997), donde con un IGS < 0,30 % y con un peso de la gónada inferior a 14 g serán considerados inmaduros.

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Como desarrollo de mis funciones de jefe de centro, he aportado en las siguientes mejoras:

- Implementación de Buenas Prácticas Acuícolas (BPA) y del Plan de Higiene y Saneamiento (PHS), fortaleciendo los estándares de bioseguridad y sostenibilidad en el centro de cultivo.
- Formulación y presentación de una propuesta de inversión para una plataforma flotante con capacidad de carga de hasta 10 toneladas, lo que permite reducir en un 80% los traslados marítimos desde el muelle a los módulos, optimizando tiempos y recursos logísticos.
- Monitoreo continuo de indicadores clave de desempeño (KPI) asociados al crecimiento biométrico en los centros de cultivo de los clientes, con foco en eficiencia productiva y mejora continua.
- Supervisión integral de los índices de conversión alimenticia (FCR), tasa de crecimiento específico (SGR) y supervivencia, garantizando el cumplimiento de los objetivos productivos establecidos.
- Toma de decisiones estratégicas en la proyección y planificación de la producción en etapa de engorda, alineando los procesos operativos con las metas de rentabilidad y sostenibilidad.
- Gestión de indicadores productivos, planificación nutricional y programación de alimentación, así como coordinación y liderazgo de equipos operativos para asegurar la ejecución eficiente de las labores diarias.

El conjunto de procesos productivos y operativos del centro de cultivo se resume en el diagrama de flujo presentado en la Figura 9, el cual permite visualizar de manera integral las etapas que conforman el sistema de producción del Centro de Cultivo de Trucha Lancari II.

Asimismo, la gestión y control de la biomasa se sustenta en el análisis del balance de materia por grupo o lote, cuyos ejemplos se presenta en las Tablas 1 y 2, respecto al antes y después de la incorporación de la plataforma flotante.

Figura 9

Diagrama de flujo del Centro de Cultivo de trucha Lancari II.

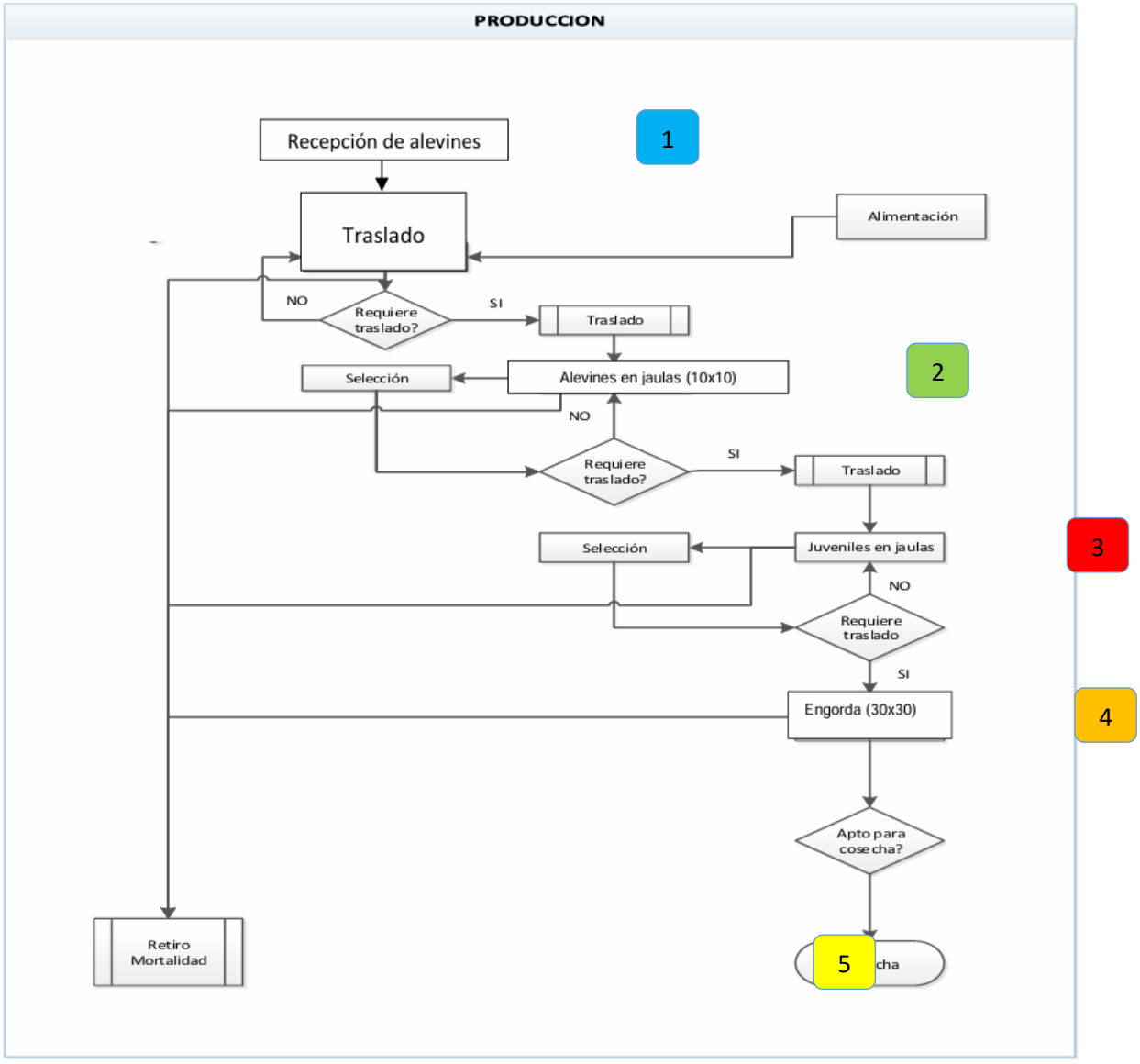


Tabla 1

Balance de materia: Ejemplo de un grupo/lote antes de la incorporación de la plataforma flotante.

	1 RECEPCION	2 ALEVINAJE	3 JUVENIL	4 ENGORDE	5 COSECHA
Nro. de truchas Inicial	508,722	507,705	453,491	451,345	373,711
Peso Prom. Inicial (g)	3.2	3.2	34.0	135.0	1,080.0
Biomasa Inicial (kg)	1,627.9	1,624.7	15,418.7	60,931.6	403,607.9
Nro. de Mortalidad	1017	54,214	2,146	77,634	22,990
Biomasa Mortalidad (kg)	3.3	1701.9	182.4	47201.5	46731.8
Nro. De Cosecha					350,721
Biomasa Cosecha					876802.5
Nro. de truchas Final	507,705	453,491	451,345	373,711	0
Peso Prom. Final (g)	3.2	34.0	135.0	1,080.0	2,995.0
Biomasa Final (kg)	1,624.7	15,418.7	60,931.6	403,607.9	0.0
Alimento entregado (kg)		16,881	52,527	476,842	688,245
Factor de conversión alimenticia (FCA)		1.09	1.15	1.22	1.32

Tabla 2

Balance de materia: Ejemplo de un grupo/lote después de la incorporación de la plataforma flotante.

	1 RECEPCION	2 ALEVINAJE	3 JUVENIL	4 ENGORDE	5 COSECHA
Nro. de truchas Inicial	514,559	514,006	424,433	422,598	350,463
Peso Prom. Inicial (g)	3	3	36	130	1,072.70
Biomasa Inicial (kg)	1,543.7	1,542.0	15,279.6	54,937.7	375,941.7
Nro. de Mortalidad	553	89,573	1,835	72,135	27,133
Biomasa Mortalidad (kg)	1.7	1701.9	152.3	433531.4	55153.2
Nro. De Cosecha					323,330
Biomasa Cosecha					808325
Nro. de truchas Final	514,006	424,433	422,598	350,463	0
Peso Prom. Final (g)	3	36	130	1,072.70	2,992.70
Biomasa Final (kg)	1,542.0	15,279.6	54,937.7	375,941.7	0.0
Alimento entregado (kg)		15,604	43,716	865,960	592,149
Factor de conversión alimenticia (FCA)		1.01	1.10	1.15	1.21

IV. CONCLUSIONES

Consolidando la información obtenida, se evidencia que las funciones desempeñadas por el autor dentro de la empresa permiten una comprensión integral de los procesos productivos y operativos que se desarrollan en el centro de cultivo.

El conocimiento profundo de estos procesos pone de manifiesto la relevancia crítica de una ejecución eficiente y precisa de las actividades propias del rol de Jefe de Centro, especialmente en lo que respecta al aseguramiento de la calidad del producto final y la optimización de la producción acuícola.

Asimismo, se identificaron y evaluaron las actividades fundamentales del área de Producción, destacando su impacto directo en los indicadores de desempeño, lo que refuerza la necesidad de un monitoreo constante y un análisis técnico riguroso para la toma de decisiones.

Finalmente, se resalta el valor estratégico de los aportes realizados por el autor, los cuales se sustentan en su experiencia profesional y formación académica, contribuyendo significativamente al cumplimiento de las metas operativas y al fortalecimiento de la gestión en el centro de cultivo.

V. RECOMENDACIONES

Es importante y necesario que la empresa dé a conocer a todos los colaboradores, los avances productivos y modificaciones resultante de las actividades cotidianas, así como la necesidad de propuestas de mejora, dando una reinducción de cada actividad del proceso productivo, para que tanto sus tareas queden claras, como la forma en que las deben realizar.

Hacer el seguimiento respectivo, revisando si hay cambios, en los tiempos de ejecución de las tareas, si el empleado mejora su desempeño, entre otras problemáticas encontradas.

También es importante que la empresa realice evaluaciones de desempeño constantes para poder realizar mediciones de eficiencia y productividad a los empleados y así verificar su desempeño laboral.

VI. REFERENCIAS

Bastardo, H. R., B., S., & B., S. (2003). Masculinización de la trucha arco iris, Oncorhynchus mykiss, para obtener descendencia todas hembras en un criadero venezolano. *Zootecnia Tropical, 21*(1), 27–41. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692003000100003

Beveridge, M. C. M. (2004). *Cage aquaculture* (3rd ed.). Blackwell Publishing. https://doi.org/10.1002/9780470995761

Calle, C. R., Salas, R., Oliva, S. M., Barboza, E., Silva, J. O., Iliquín, D., & Rojas, N. B. (2020). Land suitability for sustainable aquaculture of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) in Molinopampa (Peru) based on RS, GIS, and AHP. *ISPRS International Journal of Geo-Information, 9*(1), Article 28. https://doi.org/10.3390/ijgi9010028

Cardia, F., & Lovatelli, A. (2015). *Operaciones de acuicultura en jaulas flotantes de HDPE: Manual de campo* (Documento técnico de pesca y acuicultura de la FAO n.º 593). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/3/i4508e/i4508e.pdf

Chadli, H., Ennayer, I., Bahida, A., Nhhala, H., & Er-Raioui, H. (2024). Impact of dead fish degradation on the monitoring of fish losses in the pregrowing and growing phase of caged European sea bass (Dicentrarchus labrax). *Aquaculture Research, 2024*, Article 8369485. https://doi.org/10.1155/2024/8369485

Grigorakis, K., & Rigos, G. (2011). Aquaculture effects on environmental and public welfare – The case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere, 85*(6), 899–919. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.07.015

Hasan, M. R., & Halwart, M. (Eds.). (2009). *Fish as feed inputs for aquaculture: Practices, sustainability and implications* (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 518). Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/4/i1140e/i1140e00.htm

Ministerio de la Producción. (2024). *Anuario estadístico pesquero y acuícola 2023*. https://www.producempresarial.pe/wp-content/uploads/2024/09/Anuario_Estadistico-de-Pesca-y-Acuicultura_2023_09.09.2023-1-1.pdf

Ministerio de la Producción. (2022). Manual para una acuicultura sostenible: Cultivo de trucha. https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/09/Manual-de-Trucha-1.pdf

Ministerio del Ambiente. (2015). *Línea de base de la trucha: Distribución*. https://bioseguridad.minam.gob.pe/documentos/linea-base-trucha.pdf

Morales, G. A. (2004). *Crecimiento y eficiencia alimentaria de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación* [Trabajo de grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Buenos Aires]. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/17-crecimiento_truchas.pdf

Oppedal, F., Dempster, T., & Stien, L. H. (2011). Environmental drivers of Atlantic salmon behaviour in sea-cages: A review. *Aquaculture, 311*(1–4), 1–18. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.11.020

Oppedal, F., Taranger, G. L., Juell, J. E., Fosseidengen, J. E., & Hansen, T. (1997). Light intensity affects growth and sexual maturation of Atlantic salmon (Salmo salar) postsmolts in sea cages. *Aquatic Living Resources, 10*(6), 351–357. https://doi.org/10.1051/alr:1997038

Ricker, W. E. (1975). *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations* (Bulletin 191). Fisheries Research Board of Canada. https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/1485.pdf

Rowe, D. K., & Thorpe, J. E. (1990). Differences in growth between maturing and non-maturing male Atlantic salmon, Salmo salar L., parr. *Journal of Fish Biology, 36*(5), 643–658. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1990.tb04319.x

Stead, S. M., & Laird, L. (2002). *The handbook of salmon farming*. Springer. https://link.springer.com/book/9781852331191

VII. ANEXOS

ANEXO A. CONSTANCIA DE TRABAJO

MAR ANDINO

CERTIFICADO DE TRABAJO

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hacemos constar de que la Sr. **ELEAZAR ZAPATA CARAZAS** identificado(a) con DNI Nº46920422, trabajo con nosotros desde el 17 de Enero del 2017 hasta el 30 de Noviembre 2020, en el cargo de **JEFE DE CENTRO** en nuestra empresa.

Expedimos la presente constancia para los fines que el interesado estime conveniente.

San Juan De Miraflores, 30 de Noviembre del 2020.

MAR ANDINO PERÚ

Pamela Mora Piaggio
Jefe de RRHH

MAR ANDINO PERÚ SAC

UBICANOS EN:
- NRO. S/N C.C. LANCARI (TERRENO 1-0.8 HA) PASCO - PASCO - TINYAHUARCO
- CAR. PANAM. SUR MZ. G LOTE 01 (ALT. PARADERO LECHÓN - LA CONCORDIA) LIMA - LIMA SJM