



GOBIERNO REGIONAL
SAN MARTÍN

GUIA N°002-2025-GRSM/DIREPRO

**“GUIA Y PROTOCOLO DE CULTIVO INTENSIVO DE TILAPIA
CON TECNOLOGIA BIOFLOC”**

-2025-

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <p>GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN DIRECCION REGIONAL DE LA PRODUCCION Bigo. Agr. EMERSON ANTONIO VELA REATEGUI COORDINADOR DEL PI TILAPIA CUI N° 2326330</p>	 <p>GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN DIRECCION REGIONAL DE LA PRODUCCION Bigo. Pecu. JUAN O. OLASCUAGA CRUZADO DIRECTOR DE PROMOCION Y DESARROLLO PESQUERO</p>  <p>GOBIERNO REGIONAL DE SALUD SAN MARTÍN DIRECCION REGIONAL DE LA PRODUCCION ECON. MARIA ISABEL CUNIA SANTA CRUZ JEFA DE LA OFICINA DE PLANEAMIENTO SECTORIAL</p>	 <p>GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN DIRECCION REGIONAL DE LA PRODUCCION Ing. Zool. ABELARDO CÁRDENAS RENGIFO DIRECTOR REGIONAL DE LA PRODUCCION</p>

.....

.....





GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN



GUIA N°002-2025-GRSM/DIREPRO

GUIA Y PROTOCOLO DE CULTIVO INTENSIVO DE TILAPIA CON TECNOLOGIA BIOFLOC"

*Dirección Regional de la Producción
Dirección de Promoción y Desarrollo Pesquero*

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:3 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025



**GOBIERNO REGIONAL
SAN MARTÍN** | **DIRECCIÓN REGIONAL
DE LA PRODUCCIÓN**

GUIA Y PROTOCOLO DE CULTIVO INTENSIVO DE TILAPIA CON TECNOLOGIA BIOFLOC

Ing. Abertano Cardenas Rengifo

Dirección Regional de la Producción

Blgo. Juan Orlando Olascuaga Cruzado

Dirección de Promoción y Desarrollo Pesquero

Blg. Gilmer Raúl Montejo Sánchez

Jefe de la Estación Pesquera Ahuashiyacu

Ing. Robert Hoyos Ríos

Jefe de la Estación Pesquera Marona



	Gobierno Regional San Martín		Página:4 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

Equipo Técnico de la Dirección Regional de la Producción Integrado por:

- Blg. Gilmer Raúl Montejo Sánchez
- Ing. Robert Hoyos Ríos
- Blgo. Pesq. Juan Miguel León Moya
- Ing. Pesq. Yacqueline Reátegui Serveleón
- Blgo. Acui. Emerson Antonio Vela Reátegui
- Ing. Pesq. Segundo Christian Suarez Ramírez
- Ing. Pesq. Ethy Laurita Peña Yovera
- Blg. Pesq. Norvyl Carlos Enrique Vilcamango Medina
- Blg. Pesq. Kenyi Kaneshima Gonzalez
- Ing. Juan William Ramírez Culquicondor
- Bach. Juan Eider Otiniano Salvatierra
- Bach. Víctor Castillo Bautista
- Bach. Jenifer Kateisty Ramos Apagüeño



**Elaborado por el Proyecto Tilapia
de la Dirección Regional de la Producción – DIREPRO**

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:5 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

Contenido

I. INTRODUCCION	7
II. OBJETIVO	9
2.1. Objetivo general	9
2.2. Objetivo específico.....	9
III. ASPECTOS GENERALES	9
3.1. Biología de tilapia nilótica	9
3.2. Tecnología biofloc	10
3.3. Bioflocs.....	11
3.4. Parámetros fisicoquímicos	11
IV. MATERIALES Y EQUIPOS	14
4.1. Materiales para el personal	14
4.2. Materiales para el manejo.....	14
4.3. Equipos.....	14
4.4. Reactivos	14
4.5. Insumos	15
V. TECNOLOGIA DEL CULTIVO	15
5.1. Precauciones de seguridad/operación	15
5.2. Acondicionamiento	15
5.3. Maduración de agua.....	18
5.4. Siembra.....	20
5.5. Monitoreo de calidad de agua	21
5.6. Relación carbono/nitrógeno	25
5.7. Control de crecimiento.....	26
5.8. Dosificación de alimento	27
5.9. Cosecha.....	27
5.10. Enfermedades	28
VI. DATOS/CALCULOS Y RESULTADOS	29
a. Cálculo para corregir alcalinidad	29
VII. GLOSARIO	32
VIII. BIBLIOGRAFIA	34

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:6 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

IX. ANEXOS 35



	Gobierno Regional San Martín		Página:7 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

I. INTRODUCCION

La producción acuícola mundial en el año 2022 alcanzó un máximo histórico de 130,9 millones de toneladas, 94,4 millones de toneladas de animales acuáticos y 36,5 millones de toneladas de algas. Por primera vez, la producción de especies animales procedentes de la acuicultura (51 %) superó la de la pesca de captura. El crecimiento de la acuicultura pone de manifiesto su capacidad para seguir contribuyendo a satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos de origen acuático; no obstante, en el futuro la expansión y la intensificación deben dar prioridad a la sostenibilidad y beneficiar a las regiones y comunidades más necesitadas, (FAO,2024).

En 2023, la cosecha acuícola nacional alcanzó un volumen de 94 mil 758 TM y la producción de tilapia alcanzó 2,791 toneladas métricas (TM), representando un 2.7% de la cosecha acuícola total del país. Este cultivo ocupa el cuarto lugar en importancia dentro del sector acuícola peruano y generó S/11.7 millones, contribuyendo significativamente al empleo con 2,600 empleos directos y beneficiando a más de 10,000 personas de manera indirecta, mayormente en zonas rurales y a través de pequeños productores AMYPE y AREL, (PRODUCE, 2024).

La acuicultura sigue creciendo y comparte como todas las demás actividades productoras de alimentos problemas del desarrollo sostenible, y constantemente se buscan formas y medios para mejorar sus prácticas de producción, hacerlas más eficientes y rentables. Se están realizando esfuerzos para mejorar la capacidad productiva, el aprovechamiento de recursos y la gestión ambiental en la acuicultura. Cada vez el interés de innovar en nuevos sistemas de producción como los sistemas de recirculación en acuicultura, sistemas Biofloc, entre otros. Estas nuevas tecnologías simplifican la manera de producir eficientemente un producto, a la vez enfrenta cambios positivos a nivel ambiental, social, económico y tecnológico de cada país y región.

Una alternativa de cultivo intensivos sostenibles, es la Tecnología biofloc-BFT, considerado como una tecnología alternativa sostenible y eficaz (Crab et al. 2012); en el cual consiste en el desarrollo de flóculos microbianos formados a partir de una alta relación carbono: nitrógeno en el agua, con poco o nulo recambio y alta oxigenación, en los cuales se utilizan dietas con bajo contenido de proteína cruda (Azim & Little 2008) o fuentes de carbono externo tales como melaza (caña de azúcar) salvado de arroz, salvado de trigo, entre otros (Emerenciano et al. 2012), lo que permite el crecimiento de una comunidad microbiana, sobre todo de bacterias heterótrofas, que metabolizan los carbohidratos y toman nitrógeno inorgánico (principalmente NH₄), reduciendo sus niveles y mejorando la calidad del agua (Crab et al. 2009).



	Gobierno Regional San Martín		Página:8 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

La tecnología Biofloc se viene aplicando en el Perú desde el año 2020, en la cual hay información de experiencias de especies como tilapia, gamitana, paco y boquichico, con buenos resultados en los parámetros de calidad de agua, maduración y operatividad. Se está promoviendo cultivos en sistemas intensivos con tecnología biofloc, dado que se utiliza poco recurso hídrico, reducidos espacios, altas densidades de siembra, libre de patógenos, bajo índice de enfermedad y la conservación de la calidad del agua y suelo.

El presente protocolo "Cultivo intensivo de tilapia con tecnología biofloc", tiene por objetivo mejorar la productividad del cultivo intensivo de tilapia, promoviendo el uso de tecnología biofloc, cuyo alcance es poner a disposición los procedimientos a seguir para el manejo del cultivo intensivo de tilapia con tecnología Biofloc de manera satisfactoria a los productores y emprendedores acuícolas, mediante experiencias realizadas en las Estaciones Pesqueras de la región San Martín, y de esta manera brindar una nueva alternativa de producción, generando fuente de ingreso y alimento a los productores, así mismo diversificar nuevas tecnologías de cultivo en la región.



	Gobierno Regional San Martín		Página:9 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

II. OBJETIVO

2.1. Objetivo general

- Mejorar la productividad del cultivo intensivo de tilapia, promoviendo el uso de tecnología biofloc.

2.2. Objetivo específico

- Implementar un sistema de cultivo intensivo de tilapias con tecnología biofloc.
- Difundir los procesos para realizar el manejo adecuado del cultivo de tilapia, mediante el sistema con tecnología Biofloc.



III. ASPECTOS GENERALES

3.1. Biología de tilapia nilótica

Descripción taxonomía de tilapia nilótica

- Reino : Animalia
- Phylum : Chordata
- Clase : Actinopterygii
- Orden : Perciformes
- Familia : Cichlidae
- Género : Oreochromis
- Especie : *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758
- Variedad : Chitralada
- Nombre Común : "Tilapia Nilótica" o "Tilapia del Nilo"

Rasgos biológicos

Cuerpo comprimido; la profundidad del pedúnculo caudal es igual a su longitud. Escamas cicloideas. Protuberancia ausente en la superficie dorsal del hocico. La longitud de la quijada superior no muestra dimorfismo sexual. El primer arco branquial tiene entre 27 y 33 filamentos branquiales. La línea lateral se interrumpe, espinas rígidas y blandas continuas en aleta dorsal. Aleta dorsal con 16 o 17 espinas y entre 11 y 15 rayos. La aleta anal tiene 3 espinas y 10 u 11 rayos, aleta caudal trunca. Las aletas pectoral, dorsal y caudal adquieren una coloración rojiza en temporada de desove; aleta dorsal con numerosas líneas negras (FAO, 2010).



	Gobierno Regional San Martín		Página:10 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0	
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025	

3.2. Tecnología biofloc

Uso de agregados de bacterias, algas o protozoos, combinados en una matriz junto con materia orgánica particulada a fin de mejorar la calidad del agua, el tratamiento de los desechos y la prevención de enfermedades en sistemas de acuicultura intensiva. El consumo de bioflocs también aporta valor nutricional a las especies cultivadas (FAO,2024).

En los sistemas de producción tradicionales, existe una acumulación de materia orgánica y por consiguiente un deterioro de la calidad del agua, que fomentan el crecimiento de muchos patógenos, incluidos los Vibrios. La tecnología biofloc (BFT) surgió para minimizar las pérdidas ocasionadas por estos problemas. El BFT consiste en el desarrollo de flóculos microbianos formados a partir de una alta relación carbono: nitrógeno en el agua, con poco o nulo recambio y alta oxigenación. Otros hallazgos del BFT son el menor uso de proteína en la dieta y crecimiento de una comunidad microbiana predominantemente heterotrófica. Estas bacterias metabolizan los carbohidratos que posteriormente transforman el nitrógeno inorgánico y consecuentemente mejoran la calidad del agua, (Da silva, 2018).

La BFT es una forma de producción en acuicultura súper-intensiva, que se desarrolla dinámicamente en la actualidad pues resulta que es capaz de enfrentar retos propios de la actividad, como el aumento de la biomasa por volumen de agua y la utilización cada vez más reducida de agua, el desafío en concreto es producir más en menos volumen de agua y al menor costo ambiental posible, es decir en el marco de los paradigmas de sostenibilidad (Avnimelech, 2009).

Mediante la asimilación bacteriana, el amoniaco es inmovilizado al ser conservado en las células bacterianas como proteínas. Sin embargo, esto es temporal debido a que las células bacterianas al descomponerse liberan nitrógeno como amoniaco. Las células también son consumidas por los peces o eliminados como exceso de sólidos (Hargreaves, 2013). Debido a que la tasa de crecimiento y rendimiento de la biomasa microbiana heterotrófica por unidad de sustrato es un factor 10 veces más alto que el de las bacterias nitrificantes, la inmovilización heterotrófica se lleva a cabo mucho más rápido que la conversión de las nitrificantes (Hargreaves, 2006).



	Gobierno Regional San Martín		Página:11 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

3.3. Bioflocs

Los sistemas acuícolas basados en microorganismos se basan en la promoción de la proliferación microbiana (autótrofa o heterótrofa), y se espera que estos microbios usen, reciclen y transformen el exceso de nutrientes de heces, organismos muertos, alimento no consumido y diversos metabolitos en biomasa (Martínez et al., 2015). El principio básico de la tecnología de biofloc es la retención de desechos y la conversión del biofloc en un alimento natural dentro de un sistema de cultivo (Azim y Little, 2008).

Según Schryver et al (2008), los flóculos microbianos consisten en una mezcla heterogénea de microorganismos (formadores de flóculos y bacterias filamentosas), partículas, coloides, polímeros orgánicos, cationes y células muertas y puede alcanzar más de 1000 micras de tamaño.

Los bioflocs son agregados (flóculos) de microalgas, bacterias, protozoos y material orgánico particulado como las heces y alimentos sin consumir; al respecto, Hussein et al. (2014) informa que seis grupos de organismos fueron identificados en el biofloc: clorofitas, diatomeas, dinoflagelados, nematodos, rotíferos y cianobacterias. La comunidad del biofloc también incluye animales que están "pastoreando" los flóculos, como algunas especies de zooplancton y nematodos (Hargreaves, 2013).

3.4. Parámetros fisicoquímicos

Entre los parámetros más importantes en el sistema biofloc están:

- **Oxígeno disuelto**

Es uno de los parámetros más importantes en cultivos acuícolas, puesto que es utilizado por los organismos para respirar. En el sistema biofloc es de gran importancia ya que es un sistema aeróbico del que dependen los peces, bacterias, protozoos, microalgas, rotíferos, oligoquetos, y las reacciones de oxidaciones químicas en los ciclos del Carbono y del Nitrógeno.

Mantener los niveles de oxígeno por encima de 4 mg/L, permite una buena oxigenación del agua, promueve el crecimiento aeróbico de bacterias, mantiene la materia orgánica suspendida y evita la acumulación de sólidos. La deficiencia de oxígeno disuelto vuelve los peces vulnerables a infestación por patógenos y enfermedades.

	Gobierno Regional San Martín		Página:12 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

Se debe monitorear el oxígeno disuelto una vez al día, de preferencia horas de la mañana, puesto que a esta hora se registra niveles de oxígeno más bajos.

• Temperatura

Es otro de los parámetros importantes, ya que influye en los procesos fisiológicos, como la tasa de respiración, absorción y asimilación, crecimiento, comportamiento, reproducción; la actividad bacteriana en la descomposición de materia orgánica; como también influye en algunos parámetros físicos y químicos como: la evaporación, la solubilidad y toxicidad de los gases. En el caso del comportamiento y metabolismo de los peces, por ser organismos poiquiloterms y no tener la capacidad de regular su temperatura, adopta su temperatura a la de su entorno, cuando la temperatura del agua varía, también varía su temperatura corporal, por lo que su metabolismo está en función y depende en definitiva de la temperatura del agua. Las reacciones químicas y biológicas se duplican al incrementarse 10° C la temperatura. Es decir, a 30°C el consumo de energía es el doble que a 20°C. También los registros de temperatura nos ayudan a diagnosticar o descartar el comportamiento y enfermedades en los peces.

• pH

Expresa la característica básica o ácida del agua. Es el logaritmo negativo de la concentración de iones hidronios (H⁺) e hidroxilos (OH⁻). La escala de medición de este parámetro está entre 0 y 14, siendo 7 el valor neutro. Si el pH es bajo, la concentración de H⁺ es alta, por tanto, la característica del agua es ácida; y si el pH es alto, la concentración de H⁺ es baja, por tanto, la característica del agua es básica. Las aguas acidas irritan las branquias de los peces y tienden a protegerse con mucus y pueden producir asfixia. Los altos valores de dióxido de carbono (CO₂) acelera la acidificación del agua con la formación de ácido carbónico.

• Amonio

Existe dos formas de amonio: el no ionizado (NH₃) y el ionizado (NH₄⁺), el no ionizado es mucho más letal para los peces aun en concentraciones bajas. La suma del no ionizado y el ionizado dan el nitrógeno amoniacal total (TAN siglas en ingles).

Es de gran importancia su monitoreo, pues estos compuestos nitrogenados son producto de la transformación de la materia orgánica,



	Gobierno Regional San Martín		Página:13 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

que por oxidación de bacterias nitrificantes se vuelven más tóxicos pasando a compuesto de nitrito, que a la vez por reducción parte del nitrito vuelve al compuesto amoniacal y amonio en una dinámica permanente.

- **Nitritos**

Es otro de los compuestos nitrogenados importantes considerados en acuicultura por su alto grado de toxicidad. Se produce por oxidación bacteriana del amoniacal y es aún más tóxico y afecta la capacidad de la hemoglobina de la sangre para transportar oxígeno (enfermedad de la sangre marrón). En caso exista mortalidad, medir el parámetro para determinar la concentración y descartar o confirmar la causa; y tomar las acciones correctivas. Por reducción vuelve a amoniacal y por oxidación se forma en nitrato.

- **Nitratos**

Producto final del ciclo del nitrógeno conocido como desnitrificación, por oxidación bacteriana de nitritos, y es menos tóxico para los peces. Estos nitratos por reducción también vuelven a nitrificarse como nitritos.

De estos nitratos, el nitrógeno orgánico empieza nuevamente el ciclo del Nitrógeno por descomposición de materia orgánica.

- **Sólidos sedimentables**

Está formado generalmente por material cuasi inorgánico o sintético producto de material no digerible los peces ni por las bacterias, por desbalance en la población bacteriana, la excesiva oferta de materia orgánica digerible y por reacción con otros compuestos forma quelatos o material celulósico o coloides. Por lo general dañan las branquias en los peces y albergan patógenos. Estos sólidos también están formados por material orgánico floculados como proteína bacteriana que beneficia a los peces en cultivo.

Los valores en manejo eficiente de aguas con bio flóculos deben estar entre 15 y 35 ml/L. Sin embargo, valores entre 25 y 50 ml/L no registran daños en los peces y la calidad del agua, pero si afecta la conversión alimenticia.

- **Alcalinidad**



	Gobierno Regional San Martín		Página: 14 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

Es una medida de la capacidad de amortiguar el pH o capacidad de neutralizar el ácido del agua. Importante para bacterias nitrificadores durante la maduración y completarse el ciclo de nitrificación.

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

4.1. Materiales para el personal

- Equipo de protección personal (EPP): guantes, botas, , mascarillas, traje de agua.



4.2. Materiales para el manejo

- Sedimentadores
- Conos Imhoff
- Filtros de malla celosillas
- Escobillones
- Calcales
- Red de pesca
- Atarraya
- Tinajas de plástico
- Baldes de plástico
- Parrillas de aireación



4.3. Equipos

- Aireadores
- Sistema de alarma
- Tablero de control de distribución eléctrica
- Oxímetro
- Termómetro
- pH metro
- Ictiómetro
- Balanza sensible gramera
- Balanza electrónica



4.4. Reactivos

- Kit para análisis de amonio
- Kit para análisis de nitratos
- Kit para análisis de nitritos
- Kit para análisis de dureza
- Kit para análisis de Alcalinidad



 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:15 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

- Kit para análisis de cloro

4.5. Insumos

- Alimento balanceado: Polvo 45% proteína bruta, inicio 40% de proteína bruta de 2 mm de diámetro, crecimiento 32 % de proteína bruta de 4 mm de diámetro y 28% de proteína bruta de 5 mm.
- Biológico: Bacterias nitrificantes, digestivas y fermentativas.
- Fuentes de carbono: Melaza
- Bicarbonato de sodio
- Sal (NaCl)
- Lejía
- Jabón neutro



V. TECNOLOGIA DEL CULTIVO

5.1. Precauciones de seguridad/operación

- Colocarse la indumentaria adecuada para ingresar a las instalaciones de centro de cultivo como: botas, traje impermeable, guantes.
- Realizar la desinfección del personal manos y calzado.

5.2. Acondicionamiento

a. Instalación de geotanque

- Contar con geotanques instalados.

b. Instalación del sistema de agua y aireación

- Instalar la tubería de agua y desagüe de las unidades productivas (entradas y salidas de agua).
- Instalar el sistema de aireación lastrado sobre la base del geotanque, considerando que los difusores distribuyan el aire con todo el volumen de agua.



	Gobierno Regional San Martín		Página: 16 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025



Fig. 01: Instalación del sistema de aireación



Fig. 02: Trébol de manguera difusora



c. Verificación del estado de los geotanques

- Verificar la existencia de agujeros o cualquier tipo de avería que implique pérdidas de agua por fugas de los geotanques y reparar antes de iniciar el llenado.
- Verificar las válvulas de entrada y salida de agua.
- Colocar mallas mosquiteras y acondicionarlos en las entradas de agua.

d. Limpieza y desinfección de geotanques

- Limpiar y eliminar la suciedad que se encuentra adheridos en las paredes y la base de los geotanques con la ayuda de una escoba o escobillón.
- Lavar los geotanques con una solución de 45 ml jabón neutro disueltos en 15 L de agua; se enjuaga con abundante agua.
- Realizar desinfección de geotanques, con el objetivo de eliminar todos aquellos organismos patógenos presentes, como bacterias, hongos, protozoarios, y virus, para evitar enfermedades posteriores, que pueden ocasionar grandes pérdidas y mortalidades en el cultivo.
- Para la desinfección, aplicar una solución de 10 mL hipoclorito de sodio comercial en 10L de agua, y enjuagar.

	Gobierno Regional San Martín		Página: 17 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025



Fig.03: Limpieza de geotanques

e. Llenado de geotanques

- Utilizar agua de canal u otra fuente de agua con mínima turbidez.
- Llenar el geotanque, dejando un espacio libre de 10 cm al límite superior.



Fig.04: Llenado de geotanques

f. Desinfección de agua y encendido de sistema de aireación

- Una vez llenado el geotanque, se procede a preparar el desinfectante. Para ello se utiliza un desinfectante comercial (lejía), cuya concentración es 4%. Usar 20 ml de lejía/m³ de agua.

	Gobierno Regional San Martín		Página: 18 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
Dirección Regional de la Producción	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

- Dejar actuar por 24 horas para que los microorganismos como bacterias, hongos, virus sean eliminados, mientras el cloro se volatiliza en ese transcurso.
- Utilizar los EPP (Equipo de protección personal) adecuada, guantes, mascarillas y lentes para la protección del personal a cargo y así prevenir consecuencias que el insumo químico pueda causar.
- Estos equipos de bioseguridad deben utilizarse en todas las actividades que se desarrollen mientras dure el cultivo.



5.3. Maduración de agua

La preparación o maduración del agua para el cultivo bajo TBF, consiste en formar gran cantidad de colonias de bacterias aerobias heterotróficas que utilizando como sustrato la materia orgánica, formen flóculos, que son aglutinaciones de una variedad de microorganismos adheridas a partículas de materia orgánica como eje central del floculo, esta materia orgánica en principio es suministrada como alimento balanceado rico en proteínas y carbohidratos; posteriormente después de la siembra, la materia orgánica aprovechada para la floculación es parte del alimento no consumido y los desechos metabólicos de los peces el cultivo.



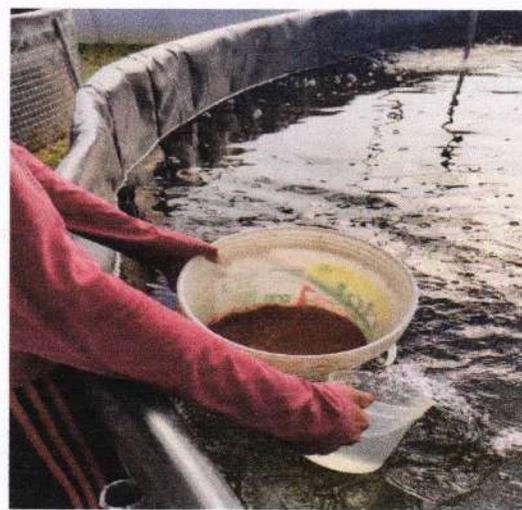
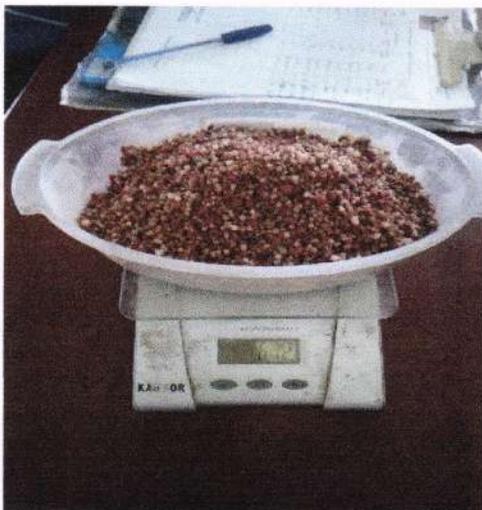
Requiere tiempo y una serie de pasos para completar la floculación, y con la aparición de los compuestos nitrogenados que son el cierre de la maduración, complementado con el ciclo del nitrógeno en el agua, que a continuación se describen:

- Poner en funcionamiento el sistema de aireación todos los días durante las 24 horas mientras dure el cultivo.
- Fertilizar el geotank con 500 g de Urea para un tanque de 35 m³ (0.07gr/m³), y dejar reposar por 3 a 4 días hasta que el agua tome una coloración verde (presencia de fitoplancton).
- El día 5, agregar 500 g de melaza y 1 kg de alimento 45% PB.
- El día 6 agregar 4g/m³ de bacterias que contienen Bacillus, Lactobacillus y Pediococcus).
- Luego realizar el monitoreo de alcalinidad del agua (mg/L), y regular a valores por encima de 60 mg/L.
- Para incrementar la alcalinidad agregar bicarbonato de sodio a 1.8 g/m³ para obtener 10 mg/l de alcalinidad (ver ANEXO I).



	Gobierno Regional San Martín		Página:19 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

- El día 7 evaluar el TAN (nitrógeno amoniacal total) monitorear los parámetros químicos (Amonio, nitritos y nitrato) adicionar alimento y melaza, para ayudar en la formación de los bioflocos.
- El día 14 se debe presenciar amonio, nitritos y nitratos, como medida de corrección añadir una solución con bacterias nitrificantes que contienen principalmente Nitrosomas y Nitrobacter.
- El día 14 añadir bacterias que contienen Bacillus, Lactobacillus y Pediococcus).
- Agregar sal a una concentración de 1gr de sal/L para prevenir la proliferación de hongos en el cultivo y disminuir la toxicidad de los nitritos
- Seguir con el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del agua con una frecuencia de monitoreo una vez al día.
- El día 20, si se confirma la presencia de amonio, nitritos y nitratos, estos deben estar por debajo de 1 mg/L. Habiendo conseguido la dinámica del ciclo del nitrógeno, se verifica también la presencia de flóculos.
- Teniendo los parámetros de calidad de agua en los rangos óptimos, se considera que el agua está madura y se procede a la siembra de alevinos.
- Es de gran importancia en adelante, el suministro de bacterias y melaza a fin de mantener una relación necesaria de C/N. (20:1, 16:1) para mantener la calidad de agua del cultivo.



 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:20 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

Fig.05: Peso del fertilizante (urea)	Fig.06: Aplicación de fertilizante al geotanque
--------------------------------------	---



5.4. Siembra

Después de haber realizado la maduración del agua en los geotanques, se procede a la siembra de alevinos de Tilapia, para ello es necesario realizar los siguientes procedimientos:

a. Recepcion de alevinos

- Se verifica el estado óptimo de las bolsas que contiene a los alevinos.

b. Desinfección de bolsas

- Antes de ingresar a centro de cultivo, desinfectar las bolsas con una solución clorada a 1ml de lejía/L de agua.
- Utilizar un pulverizador para que la desinfección sea más eficiente.

c. Aclimatación de alevinos

- Realizar la aclimatación de las bolsas por un periodo de 5 a 10 min, dentro del geotanque para igualar la temperatura del agua de las bolsas y evitar shock térmico.
- En un calcal vaciar el agua de las bolsas, fuera del geotanque.

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:21 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

- En una tina realizar un baño profiláctico 5g de sal por litro de agua, posteriormente sembrarlos en las unidades de cultivo.



5.5. Monitoreo de calidad de agua

La calidad del agua está determinada por un conjunto de propiedades físicas y químicas; y su relación con los organismos dentro de ella. Cualquier característica que afecte el comportamiento de los organismos, es considerada una variable de calidad de agua, los cuales hay que tomar en consideración y evaluarlos con frecuencia para tomar las medidas correctivas necesarias.

Monitoreo de parámetros de calidad del agua

El monitoreo de los parámetros de calidad de agua en Biofloc es importante para conocer si los valores son adecuados para mantener en equilibrio el funcionamiento del sistema y tomar los correctivos del caso.

Son muchos los parámetros que pueden afectar la calidad del agua, sin embargo, solo algunos son considerados principales en el cultivo, que a continuación se describirá: su importancia, frecuencia de medición y rangos que favorecen el desarrollo de los peces.

a. Oxígeno disuelto

- El monitoreo de oxígeno disuelto se realiza con la ayuda de un oxímetro que, por medio de una sonda, muestra los valores automáticamente (mg/L o ppm).

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:22 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

- El monitoreo se realiza una a dos veces al día, de preferencia registrar en la mañana puesto que, a esta hora se registra niveles de oxígeno más bajos.
- Mantener niveles de oxígeno disuelto por encima de 4mg/L.
- Después de cada suministro de alimento, aumenta la demanda bioquímica de oxígeno, por ende, los valores de oxígeno disminuyen.

b. Temperatura

- El monitoreo debe realizarse una vez al día, con el uso de termómetro. Esto se realiza sumergiendo en el agua el bulbo o el sensor durante un periodo de tres (3) minutos.
- Para un buen crecimiento se debe mantener rangos de temperatura que oscilen entre 28 a 32°C.

c. pH

- El monitoreo se realiza una vez al día y se mide con el instrumento pH metro, para ello se sumerge el equipo o el bulbo sensor del equipo en el agua de cultivo durante tres (3) minutos a fin de estabilizar la medición; luego tomar lectura y registrar.
- Mantener valores cercanos al neutro, rango de 6.5 a 8.5.



Fig.10: Registro y monitoreo de Temperatura, oxígeno



Fig.11: Registro y monitoreo de pH.

d. Amonio

- El monitoreo se realiza tres veces por semana, la medición se hace con el uso de kit de amonio (mg/L) por el método colorimétrico.

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:23 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

- En caso los peces no coman o exista mortalidad, medir el parámetro para tomar medidas de contingencia.

e. Nitritos

- El monitoreo se realiza tres veces por semana, la medición se hace utilizando el kit de nitritos (mg/L) por el método de colorímetro.
- En caso de que los valores de nitritos sean altos, aplicar la medida de corrección y realizar la medición después de 24 horas.
- La concentración de nitritos debe tener valores por debajo de 1 ppm.
- Para la reducir la toxicidad del nitrito requerido (10:1, 10 kg de sal por cada kg de nitrito que queremos reducir; ver DATOS Y CALCULOS).

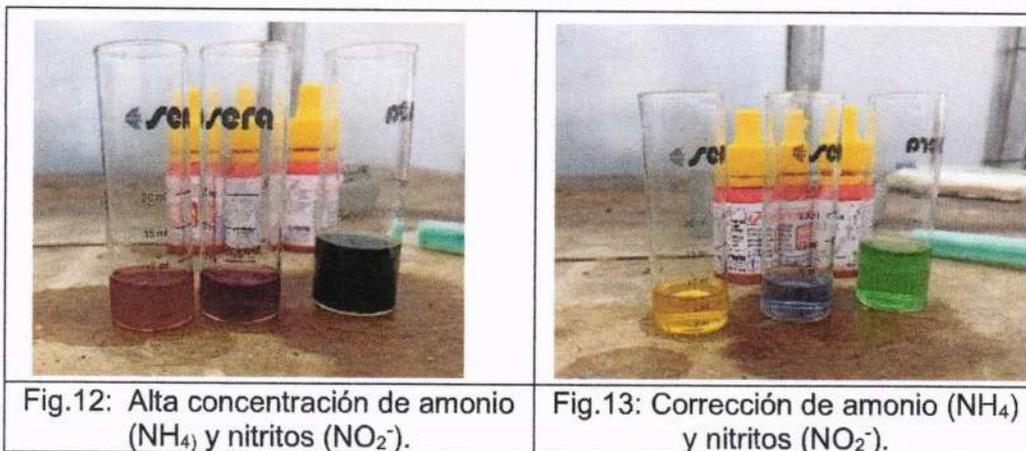


Fig.12: Alta concentración de amonio (NH_4) y nitritos (NO_2^-).

Fig.13: Corrección de amonio (NH_4) y nitritos (NO_2^-).

i. Nitratos

- El monitoreo se realiza una vez a la semana con el kit de nitratos (mg/L) por el método colorimétrico.
- Los nitratos generalmente no presentan un riesgo de mortalidad en los peces.

f. Sólidos sedimentables

- Para determinar el volumen de solidos sedimentables se tiene que utilizar un cono Imhoff.
- Sumergir el cono Imhoff de manera vertical al geotanque y llenarlo hasta 1 L de muestra de agua, dejar que el cono repose durante 20 minutos.
- Se registra el volumen de sedimentos que se ha acumulado en el fondo del cono expresado en ml/L.

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTIN	Gobierno Regional San Martín		Página:24 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

- El rango de sólidos sedimentables para el cultivo de tilapia debe estar entre 25 hasta 35 ml/L. Sin embargo, valores entre 35 y 50 ml/L, no registran daño en los peces y calidad de agua.
- Un valor elevado de materia suspendida, indica presencia de sólidos sedimentables.
- Una medida de reducir los sólidos suspendidos es suspendiendo o disminuyendo las raciones de alimento y añadiendo más bacterias, estas aceleran la descomposición y conversión en proteína bacteriana.
- Como medida de contingencia se utilizan tanques de sedimentación.
- En el caso de contar con tanques de sedimentación, purgar los sólidos por un rango 5 minuto, para reducir los altos niveles de sólidos en el geotanque.

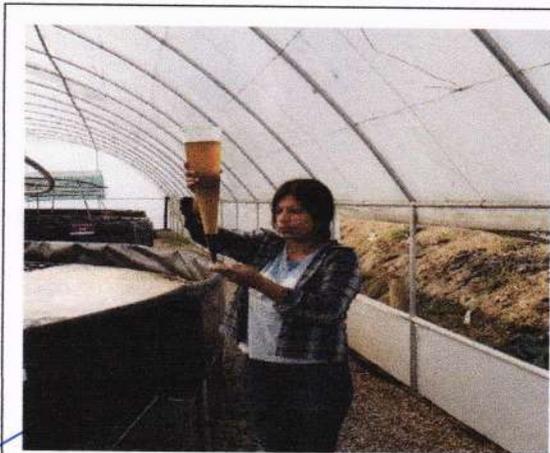


Fig.14: Medición de sólidos sedimentables.



Fig.15. Conos Imhoff.

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTIN	Gobierno Regional San Martín		Página:25 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025



Fig.16: Acumulación de sólidos sedimentables en sedimentadores

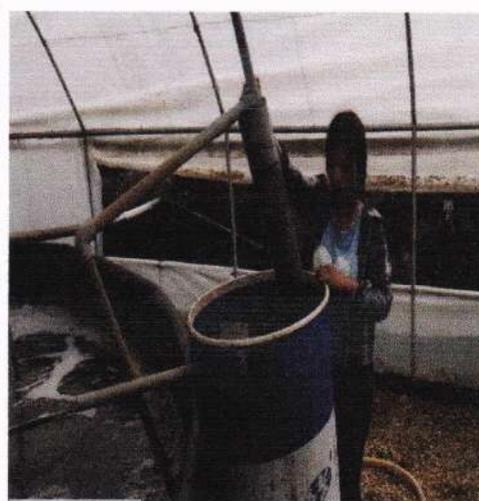


Fig.17. Limpieza de sedimentadores.

g. Alcalinidad

- El monitoreo se realiza una a dos veces por semana, para la medición es necesario utilizar kit de alcalinidad (mg/L) por el método colorimétrico.
- Aplicar los ejemplos (ver DATOS Y CALCULOS) para incrementar la alcalinidad del agua del cultivo.

5.6. Relación carbono/nitrógeno

El manejo y operatividad del cultivo biofloc, consiste básicamente en el control de los parámetros de calidad de agua del sistema y mantener una buena la relación de C/N.

- La relación de carbono/nitrógeno se maneja en base a la cantidad de alimento y melaza que se suministra en el geotank (ver DATOS Y CALCULOS)
- Para añadir la melaza al geotank, se mezcla con agua propia del cultivo, mezclar hasta que se homogenice bien la mezcla, posteriormente agregar alrededor de todo el geotank con la ayuda de un envase.
- Añadir la melaza en horas de la mañana, ya que esta solución tiende a disminuir los niveles de oxígeno.

	Gobierno Regional San Martín		Página:26 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

5.7. Control de crecimiento

El control de crecimiento se evalúa mediante la realización de muestreos biométricos, y analizar su crecimiento; y que su relación peso/longitud este de acuerdo con su edad o tiempo de cultivo.

- Usar la indumentaria adecuada los materiales necesarios para el muestreo.
- La medición de ejemplares de una parte de la población conocida como muestra, para determinar la talla y peso promedio.
- La muestra debe ser representativa y adecuada.
- La muestra se extrae con calcal o atarraya, con tamaño de malla de acuerdo al tamaño del pez. Se coloca la muestra en una tina con agua, para luego iniciar con las mediciones.
- La medición de longitud se realiza con un ictiómetro y el peso con balanza.
- La medida se realiza tendiendo el ejemplar sobre el ictiómetro, y llevándolo hasta que el hocico tope en el inicio de la escala, de tal manera que el pez quede completamente estirado.
- Se registra el dato y redondeando por defecto a 0.5 cm.
- Los datos son registrados en una ficha o libreta de apuntes para el análisis de los datos.
- Realizar el muestreo con una frecuencia de cada 15 días.
- Pesar los ejemplares con balanza gramera en las primeras fases.



Fig.18 y 19: Muestreo biométrico

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:27 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

5.8. Dosificación de alimento

- La cantidad de alimento se calcula con relación a su peso promedio, número de ejemplares y la tasa de alimentación según su edad o fase de desarrollo.
- El tipo de alimento a suministrar es de acuerdo a la etapa de desarrollo (ver ANEXO 1).
- La frecuencia de alimentación es de 4 veces al día en las etapas de preinicio e inicio, y para etapa de crecimiento y engorde la frecuencia es de 3 veces al día.
- La cantidad de alimento a suministrar está en base a la biomasa y tasa de alimentación (ver ANEXO 2).



Fig.20 y 21: Suministro de alimento balanceado.

5.9. Cosecha

Alcanzado el peso comercial se procede a la cosecha.

- El personal debe contar con la indumentaria adecuada.
- El material que se va a utilizar debe estar limpio y desinfectado.
- Traspasar el agua a otro geotanco para facilitar la pesca, para luego reutilizar el agua.
- Utilizar red de arrastre de malla de 2 pulgada.
- Los ejemplares cosechados se estiban en jabas o baldes de plástico para su distribución en el mercado. La forma de estiba depende del cliente.
- Se descarta los ejemplares que presenten deformación, laceraciones o tallas pequeñas.

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página: 28 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025



Fig.22 y 23: Cosecha de cultivo intensivo de tilapia con tecnología biofloc

5.10. Enfermedades

Para el caso del cultivo en este sistema es muy difícil encontrar enfermedades o microorganismos que pueden ocasionar enfermedades en los peces, por la capacidad depuradora de las bacterias. Es un tanto difícil observar peces con comportamientos anormales o peces enfermos en este sistema por su alta densidad del cultivo. Sin embargo, no es ajeno a una infestación de patógenos por contaminación cruzada por deficiencia en el manejo de materiales y uso de los Equipos de Protección Personal, como también por ingreso de aguas contaminadas durante la reposición para compensar pérdidas por purga o por evaporación.

a. Control de enfermedades

- Considerar siempre que el mejor control de peces sanos es la prevención y cuidado de la calidad de agua.
- En caso de infestación por hongos se puede tratar con sal a 3 ppt.
- No se debe utilizar antibióticos por tratarse de un cultivo donde prevalece la población bacteriana que son las que dinamizan y el soporte al sistema de cultivo.

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:30 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

1. El geotanke es alimentado con 100 kg de alimento de 40% Proteína Bruta

- C = 50% x 100 = 50 kg C
- N = 40% x 15.5% x 100 = 6.2 kg N

La relación C/N = 50/6.2 = 8.06

2. Un geotanke es alimentado con 2 kg de alimento de 40% de proteína + 2 kg de melaza.

Melaza contiene 20% agua, 80% materia seca. La aplicación de melaza como materia seca $2 \times 80\% = 1.6$ kg

C = 2 x 50% + 1.6 x 50% = 1.8 kg C

N = 40% x 15.5% x 2 = 0.124 kg N

C/N = 1.8/0.124 = 14.5

d. Cálculo para corregir los niveles de TAN (Nitrógeno Amoniacal Total)

Para realizar la adición de melaza en base al TAN (Nitrógeno amoniacal total), se realiza el siguiente cálculo:

se aplica carbohidrato (melaza) a una tasa equivalente de cerca 20 veces a la reducción de nitrógeno requerido (20:1, 20 kg de carbohidrato por cada kg de TAN que queremos reducir).

Ejemplo:

¿Cuánto de melaza necesito agregar a un geotanke de 35 m³, si se tiene 4 mg/L TAN?

$35,000 \text{ L} \times 4 \text{ mg/L} = 140,000 \text{ mg TAN (0.14 kg)}$

$(20 \times 0.14) = 2.8 \text{ kg}$

Entonces, necesito agregar 2.8 kg de melaza en el tanque de 35 m³.

Para añadir la melaza al geotanke, mezclar con agua propia del cultivo, mezclar hasta que se homogenice bien la mezcla, posteriormente agregar alrededor de todo el geotanke con la ayuda de un envase.

Carbono: Nitrógeno, Para alcanzar una relación próxima a los 20:1; considerada adecuada para el desarrollo de las bacterias heterotróficas. Así, con base en los valores medios semanales de amoníaco total (78% de N) y de nitrito (30 % de N) se calculó la cantidad de carbono (melaza) a aplicarse en el agua.



	Gobierno Regional San Martín		Página: 29 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

VI. DATOS/CALCULOS Y RESULTADOS

a. Cálculo para corregir alcalinidad

Para corregir los niveles de alcalinidad, se realiza el siguiente cálculo:
Ejemplo:

¿Cuánto de sal (NaCl) necesito agregar a un tanque de 35m³ y se encontró 4 mg/L nitrito?

$$- 35,000 \text{ L} \times 4 \text{ mg/L} = 140,000 \text{ mg Nitritos} = (0.14 \text{ kg})$$

$$- (10 \times 0.14) = 1.4 \text{ kg}$$

Entonces, necesito agregar 1.4 kg de sal (NaCl) en el tanque de 35 m³.



b. Cálculo para manejar los nitritos NO₂⁻

Para neutralizar el efecto del nitrito, se realiza el siguiente cálculo:

Ejemplo:

¿Cuánto de sal (NaCl) necesito agregar a un tanque de 35m³ y se encontró 4 mg/L nitrito?

$$1) 35,000 \text{ L} \times 4 \text{ mg/L} = 140,000 \text{ mg Nitritos} = (0.14 \text{ kg})$$

$$2) 10 \times 0.14 = 1.4 \text{ kg}$$

Entonces, necesito agregar 1.4 kg de sal (NaCl) en el tanque de 35 m³.



c. Calculo para determinar la relación Carbono/Nitrógeno

Para encontrar la relación de carbono/nitrógeno, se realiza el siguiente cálculo:

La Tasa C/N se refiere a la proporción de carbono orgánico a nitrógeno total. En muchos casos el carbono total del alimento es igual a 50% en seco. Melaza contiene 20-25% de agua, 75-80% materia seca y 50% de carbono.

El nitrógeno total en el alimento puede ser aproximado como el porcentaje de proteína multiplicado por el porcentaje de nitrógeno en la proteína (15.5%).

Por tanto, C/N= alimento x 50% / % Proteína x 15.5%

Ejemplo:



 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:31 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

Si utilizamos alimento con 40% de PB la relación C:N será de 8:1

Por ejemplo, si el valor promedio del amoníaco total en el tanque es de 10 mg/L ($10 \times 78 \% = 7.8 \text{ mg_N/L}$) y el de nitrito 3 mg/L ($3 \times 30\% = 0.9 \text{ mg N/L}$), la suma de estos valores equivalía al valor medio estimado de N en el agua (8.7 mg N/L). Este valor será multiplicado por los 35000 litros de agua del tanque ($18 \text{ mg N/L} \times 35000 \text{ L} = 304000 \text{ mg} = 304 \text{ g de N por tanque}$). Así, la dosis de melaza aplicada en cada tanque sería, calculada como $304 \text{ g} \times 12 = 3648 \text{ gr.} = 3.648\text{Kg}$.

En la tabla N°01, se puede obtener la información de la relación C/N de acuerdo con el porcentaje de Proteína Bruta del alimento que se está suministrando, esto permitirá tener un control y manejo de acuerdo con la cantidad de alimento (carbohidrato y proteína) + el carbohidrato que se está agregando (fuente de azúcar, melaza u otro carbohidrato).

Tabla N°01: Relación de C/N con referencia al porcentaje de proteína bruta del alimento.

Contenido proteico %	C/N
15	21.5
20	16.1
25	12.9
30	10.8
35	9.2
40	8.1



 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:32 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

VII. GLOSARIO

- **Acuicultura:** Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), define la acuicultura como “el cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas, que implica la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción, en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección de los depredadores, etc. La actividad de cultivo también presupone que los individuos o asociaciones que la ejercen son propietarios de la población bajo cultivo”.
- **Acuicultura intensiva:** Es un método de producción controlada, donde los organismos acuáticos se crían en condiciones altamente reguladas. En esta configuración, el productor tiene un control casi completo sobre las variables ambientales, como la temperatura del agua, la calidad del agua y la disponibilidad de alimento. Esto permite a los productores maximizar la eficiencia y la productividad, (Instituto del agua).
- **Aclimatación:** Ajuste de un organismo a nuevas condiciones ambientales, (FAO,2008).
- **Biofloc:** Avnimelech (2012), definió los biofloc, como el conglomerado de microorganismos que consisten principalmente en bacterias, zooplankton, protozoos y micro algas, que se agregan a la materia orgánica del sistema.
- **Geotanque:** Estructura utilizada para almacenar líquidos, especialmente en contextos donde la disponibilidad de agua es un desafío. Están fabricados típicamente con materiales flexibles y resistentes, como polietileno de alta densidad (HDPE), y tienen forma de tanque o contenedor cilíndrico o rectangular, (ORANGE-INDUSTRIES, 2024).
- **Melaza:** Líquido más o menos viscoso, de color pardo oscuro y sabor muy dulce, que queda como residuo de la fabricación del azúcar de caña o remolacha, (Real Academia Española).
- **Nitrito:** Se generan en el proceso de transformación del amoníaco a nitratos por bacterias Nitrosomonas; la toxicidad de los nitritos depende de la cantidad de cloruros, temperatura y concentración de oxígeno en el agua y se convierten en un factor limitante para el crecimiento y sobrevivencia de estos en cultivo, (Avnimelech, 2009).
- **Nitratos:** Los nitratos es uno de los más importantes para los ecosistemas acuáticos por cuanto constituyen la fuente principal de



 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTIN	Gobierno Regional San Martín		Página:33 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

N biodisponible para la generación de cadenas trófica, es un elemento menos tóxico y tolerado por los peces, Las bacterias Nitrobacter son encargadas de consumir nitritos y producir nitratos, en el proceso de nitrificación, (Avnimelech, 2009).

- **Sistema intensivo:** En este sistema se utilizarán fertilizantes, alimento artificial y aireación dentro de los estanques por medio de aireadores que permitan mantener condiciones adecuadas de oxígeno en el cultivo, (Hernández A. R., 1991).
- **TAN:** nitrógeno amoniacal total (TAN), es la suma del amonio ionizado (amoniacal) y el amonio no ionizado (amonio), producto del metabolismo del alimento ingerido por parte de la especie en cultivo, degradación de materia orgánica, la excreción y orina de los peces, (Avnimelech, 2009).



	Gobierno Regional San Martín		Página:34 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AVNIMELECH, Y. (1999). Relación carbono / nitrógeno como elemento de control en sistemas de acuicultura. *Acuicultura*. 176 (3): 227-235
- AVNIMELECH, Y. (2007). Alimentación con flóculos microbianos por tilapia en descargas mínimas. *Tecnología bioflocs en estanques. Acuicultura*. 264 (1): 140-147.
- AVNIMELECH, Y. (2009). *biofloc Tecnología - Una Guía Práctica* libro. La Sociedad Mundial de Acuicultura, Baton Rouge, Louisiana, Estados Unidos.
- AZIM, M Y LITTLE, D. (2008). La tecnología de biofloc (BFT) en tanques interiores: calidad del agua, Composición del biofloc, y crecimiento y bienestar de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acuicultura*. 283 (1): 29-35.
- Da SILVA, A. D. (2018). *Panorama Acuícola*. Disponible en URL: <https://panoramaacuicola.com/2018/01/04/tecnologia-biofloc-y-acuimimetismo-como-alternativas-para-una-acuicultura-sustentable/>
- EMERENCIANO, M; BALLESTER, E; CAVALLI, R Y WASIELESKY, W. (2012b). Biofloc Aplicación tecnológica como fuente de alimento en un sistema de vivero de intercambio de agua limitado para rosa Camarón *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Investigación en acuicultura*. 43 (3): 447- 457.
- FAO, 2024. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción. Roma.
- FAO, 2024. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. Disponible en URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f93e199d-7cba-48ff-a8aa-4b514e226512/content/sofia/2024/glossary.html>
- INSTITUO DEL AGUA. Disponible en URL: <https://institutodelagua.es/acuicultura/acuicultura-extensiva-e-intensivaacuicultura/#:~:text=Un%20sistema%20intensivo%20en>



 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página: 35 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

[%20acuicultura%20se%20refiere%20a%20un%20m%C3%A9todo, del%20ambiente%20de%20los%20organismos.](#)

- PRODUCE, 2024. PRODUCE Impulsa el Cultivo de Tilapia en Nuevas Regiones. Disponible en URL: <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/1045274-produce-impulsa-el-cultivo-de-tilapia-en-nuevas-regiones>

IX. ANEXOS

ANEXO 1. Tipos de alimento balanceado

N°	TPO DE ALIMENTO	PORCENTAJE DE PROTEINA	Tamaño de alimento
1	PREINIICO	45%	≤0.2 mm
2	INICIO	40 %	2 mm
3	CRECIMIENTO	32%	4 mm
4	ENGORDE	28%	6 mm

ANEXO 2. TABLA DE ALIMENTACION CULTIVO DE TILAPIA

TABLA DE ALIMENTACION PARA PECES - TILAPIA			
N° Semana	Peso inicial	TA %	Frecuencia
0	0.55	15%	4 veces/dia
1	2	12%	4 veces/dia
2	4	10%	4 veces/dia
3	7	9%	4 veces/dia
4	10	8%	4 veces/dia
5	17	7%	4 veces/dia
6	23	6%	4 veces/dia
7	29	5.5%	4 veces/dia
8	40	5.0%	4 veces/dia
9	52	4.5%	3 veces/dia
10	69	4.3%	3 veces/dia
11	84	4.0%	3 veces/dia
12	100	3.8%	3 veces/dia

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:36 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

13	120	3.5%	3 veces/dia
14	140	3.3%	3veces/dia
15	162	3.2%	3veces/dia
16	184	3.2%	3veces/dia
17	208	3.0%	3 veces/dia
18	233	2.8%	3veces/dia
19	258	2.5%	3veces/dia



 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN Dirección Regional de la Producción	Gobierno Regional San Martín		Página: 38 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

Anexo 4. Formato dosificación de alimento

RBPA-20: DOSIFICACION DE ALIMENTO MODULO DE BIOFLOC					
N° Geotanque:				Mes:	
Fecha	Cant. Alimento (Kg)	Melaza (Kg)	Probiótico (g)	Bicarbonato de sodio	Sal (Kg)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Cualquier copia impresa, electrónica o reproducción de este documento sin autorización, se constituye en **COPIA NO CONTROLADA** y debe consultar al órgano, unidad orgánica u órgano desconcentrado territorial correspondiente para verificar su vigencia.

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN Dirección Regional de la Producción	Gobierno Regional San Martín		Página: 39 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

Anexo 5. Muestreo biométrico

RBPA-03,08,21: CONTROL BIOMETRICO	
Registrador:	Fecha de muestreo:
Nº geotanque:	Especie:
Fecha de siembra:	

	Área (m ²)	Población inicial	Mortalidad %	Población final	Anterior		Actual		Biomasa Kg	T.A %	C.A Kg
					Talla (cm)	Peso	Talla (cm)	Peso			
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											



 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página:40 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	<i>Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC</i>	Versión:	1.0
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

Anexo 06: Plan de producción de 8.9 TN en cultivo intensivo de tilapia con Tecnología biofloc

El módulo para cultivo intensivo de tilapia con Tecnología biofloc, cuenta 01 geotanque de 5 mt de diámetro para la fase de pre-cria, utilizando blower de 1 HP y 04 geotanques de 7 mt de diámetro para la fase de engorde con uso de blower de 3 HP. En el geotanque de 5 mt de diámetro se siembra 12,500 alevinos de tilapia con peso inicial de 0.5 g, al cabo de 01 meses alcanza un peso de 10 gr y una biomasa de 122.5 kg, se procede a desdoblar a los 04 geotanques de 7 mt de diametro, sembrando 3062.5 alevinos por geotanque, obteniendo un peso final de 250 gr y una biomasa 742.65 Kg por geotanque, en un periodo de 3.5 meses. La producción por campaña es de 2970.9 kg, se realiza 3 campañas al año, equivalente a 8906 kg anuales.

PLAN DE PRODUCCION POR CAMPAÑA				
DESCRIPCION	U.M	INICIO	CRECIMIENTO	ENGORDE
Ciclo de produccion	Días	63	38	32
Nº alevinos	Ind	12500	12125	12004
Volumen total de agua	m ³	152	152	152
Peso inicial	g	0.55	50	150
Peso final	g	50	150	250
Biomasa inicial	Kg	6.9	606.3	1800.6
Biomasa final	Kg	606.3	1800.6	2970.9
Mortalidad	%	3%	1%	1%
Sobrevivencia	g	12125	12004	11884
Rendimiento inicial	g	0.05	3.99	11.85
Rendimiento final	kg	3.99	11.85	19.55

	Gobierno Regional San Martín		Página:41 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

F.C.A	kg	0.83	1.1	1.3
Cantidad de alimento	Unid	515.42	1465.61	1881.98

PLAN DE PRODUCCION ANUAL (TN)		
DESCRIPCION	U.M	CANTIDAD
Nº geotankes engorde	Unid	4
Volumen geotankes	m ³	38
Volumen total geotankes	m ³	152
Nº alevines sembrados	Indiv	12500
Peso inicial	g	0.5
Mortalidad	%	5%
Supervivencia	Indiv	11875.0
Peso final	g	250
Biomasa final	kg	2969
Rendimiento final	kg/m ³	19.53125
Nº campañas	Unid	3
Biomasa anual	Kg	8906
PRODUCCION ANUAL (Tn)		8.91



Siembra geotankes 5 m diámetro		
DESCRIPCION	U.M	CANTIDAD
Nº geotankes pre-cria	Unid	1
volumen geotankes	m ³	20
Nº alevines	Indiv	12500

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página: 43 de 44		
	Tipo de documento	Guía			
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0	
<i>Dirección Regional de la Producción</i>	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025	

ENGORDE (5mm)	28%	1881.98	47.05
TOTAL		3863.00	96.58

PROGRAMACION DE PRODUCCION MODULO 8.9 TN												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
SIEMBRA 12500 alevinos			SIEMBRA 12500 alevinos					SIEMBRA 12500 alevinos				SIEMBRA 12500 alevinos
	ENGORDE (Kg) 2969				ENGORDE (Kg) 2969				ENGORDE (Kg) 2969			



 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página: 42 de 44	
	Tipo de documento	Guía		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO	Fecha:	03/01/2025

Densidad	(peces/m ³)	625
Peso inicial	g	0.5
Biomasa inicial	Kg	6
Rendimiento inicial	Kg/m ³	0.31
Mortalidad	%	2%
Supervivencia	Indiv	12250
Peso final	g	10
Biomasa final	kg	122.5
Rendimiento final	kg/m ³	6.13

Desdoble geotanques 7 m diámetro		
DESCRIPCION	U.M	CANTIDAD
Nº geotanques engorde	Unid	4
volumen geotanque	m ³	38
Nº alevines/geotanque	Indiv	3062.5
Densidad	(peces/m ³)	80.6
Peso inicial	g	10
Biomasa inicial	Kg	30.625
Rendimiento inicial	Kg/m ³	0.81
Mortalidad	%	3%
Supervivencia	Indiv	2970.6
Peso final	g	250
Biomasa final /geotanque	kg	742.7
Rendiminto final/geotanque	kg/m ³	19.54



CANTIDAD DE ALIMENTO/CAMPAÑA			
TIPO BALANCEADO	P.B	TOTA Kg	SACOS (40 Kg)
INICIO (Polvo)	45%	294.00	7.35
INICIO (2mm)	40%	221.42	5.54
CRECIMIENTO (4mm)	32%	1465.61	36.64

 GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN	Gobierno Regional San Martín		Página: 44 de 44	
	Tipo de documento	<i>Guía</i>		
	Nombre de documento	Guía y Protocolo de Cultivo Intensivo de Tilapia con Tecnología BIOFLOC	Versión:	1.0
Dirección Regional de la Producción	Número de documento	<i>Guía N°002-2025-GRSM/DIREPRO</i>	Fecha:	03/01/2025

