



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TEMA

Análisis comparativo de sistemas de acuapónicos en el cultivo integrado

Dormitator latifrons y Capsicum annuum

AUTOR

Arauz Magallán Luis Armando

**TRABAJO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN ACUICULTURA**

TUTORA

MSc. Dennis Tomalá Solano

La Libertad - Ecuador

2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos calificadores aprueban el presente trabajo de titulación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por el Instituto de Postgrado de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

**PhD. Roxana Álvarez Acosta
COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

**MSc. Dennis Tomalá Solano
TUTORA**

**MSc. Jorge Blacio Game
ESPECIALISTA 1**

**PhD. Carlos Raúl Carpio Freire
ESPECIALISTA 2**

**Ab. María Rivera González. Mgtr.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN:

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Blgo. Luis Armando Arauz Magallan, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Acuicultura.

Atentamente.

MSc. Dennis Tomalá Solano
TUTORA



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Luis Armando Arauz Magallan

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación “**Análisis comparativo de sistemas de acuapónicos en el cultivo integrado *Dormitator latifrons* y *Capsicum annum***” previo a la obtención del título en Magíster en Acuicultura, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 31 días del mes de marzo de 2026.

Blgo. Luis Armando Arauz Magallán
AUTOR



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, Luis Armando Arauz Magallan

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de la investigación con fines de difusión pública, además, apruebo la reproducción de este informe de investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 31 días del mes de marzo de 2026.

Blgo. Luis Armando Arauz Magallán
AUTOR



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado *Análisis comparativo de sistemas de acuapónicos en el cultivo integrado de *Dormitator latifrons* y *Capsicum annuum**, presentado por el estudiante, Luis Armando Arauz Magallan fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 4%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



MSc. Dennis Tomalá Solano
TUTORA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis familiares y amigos por haber estado en todo momento presto a ayudarme cuando más lo necesite, su confianza fue el motor motivacional para concluir este trabajo.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y la Facultad Ciencias del Mar, que, a través del programa de becas. me permitieron acceder a la Maestría en Postgrado de acuicultura y poder alcanzar este logro.

A mi tutora la Blga. Tomalá Solano Dennis M.Sc quien estuvo dispuesta a aceptarme como su tutorado en este largo proceso de titulación. Su paciencia y sus conocimientos en el área de acuicultura fueron fundamentales para alcanzar esta meta.

Al coordinador técnico Carlos Chichande quien me abrió las puertas de las instalaciones experimentales donde se pudo llevar a cabo la fase experimental del presente trabajo de titulación.

Luis Armando Arauz Magallan

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios todo poderoso, quien me ha prestado tiempo, salud y sabiduría durante el trayecto de esta investigación, permitiéndome alcanzar este importante logro.

También dedico este trabajo a mis padres, Freddy Jaime Arauz Macias y Enma Azucena Magallan Malavé, quienes han sido un pilar importante de apoyo emocional incondicional, no solo durante esta etapa. sino durante el trayecto de mi vida.

A mis hermanos quienes fueron parte de este proceso, quienes me brindaron su ayuda en transporte y consejos para establecer las bases del proyecto.

La conclusión de este proceso se la dedico a mi familia, quienes nunca me dejaron solo cuando más necesito su ayuda, por lo tanto, este logro es tanto mío, como suyo.

Luis Armando Arauz Magallan

ÍNDICE GENERAL

TEMA.....	I
CERTIFICACIÓN:.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
AUTORIZACIÓN	V
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA.....	VIII
ÍNDICE GENERAL	XV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIX
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
JUSTIFICACIÓN.....	7
OBJETIVOS.....	9
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVO ESPECÍFICO.....	9
PLANTEAMIENTO HIPOTÉTICO.....	10
HIPÓTESIS	10
Hipótesis nula (H0).....	10
Hipótesis alterna (H1).....	10
□ Variable independiente:.....	10
Sistemas acuapónicos NFT y MBGB	10
□ Variable dependiente:.....	10
Incremento de peso, longitud, biomasa y supervivencia de <i>D. latifrons</i> y <i>C. annum</i>	10
MARCO TEÓRICO	11
HISTORIA DE LA ACUAPONÍA	11
ACUAPONÍA COMO SISTEMA DE PRODUCCIÓN INTEGRADO.....	11
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACUAPÓNICO.....	12
Ciclo de nitrificación	12
Bacterias nitrificantes	12
Tipos de sistemas acuapónicos	13
Sistema de cultivo de aguas profundas (DWC).....	13
Sistema de cultivos en capas de nutrientes (NFT).....	14
Sistema de cama o lecho de cultivo con sustrato (MBGB).....	14

Sistema acuapónico acoplado	15
Sistema acuapónico desacoplado	16
Desempeño funcional de los sistemas de película de nutrientes (NFT) y cama o lecho de cultivo con sustrato (MBGB).....	17
COMPONENTES BÁSICOS DE SISTEMAS ACUAPÓNICO	18
Piscinas de cultivo de peces	18
Aireación.....	18
Filtración	19
Filtro mecánico	19
Filtro biológico	19
Componente hidropónico.....	19
Componente biológico	20
CARACTERÍSTICAS DEL <i>Dormitator latifrons</i>	20
Taxonomía	21
Morfología	21
Reproducción	21
Hábitat y distribución.....	22
Alimentación.....	22
CARACTERÍSTICAS DE <i>C. annum</i>.....	22
Taxonomía	23
Morfología	23
Hábitat y distribución.....	24
Condiciones de cultivo.....	24
PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL MEDIO ACUÍCOLA	24
Temperatura	25
Oxígeno disuelto (OD).....	25
Potencial de hidrogeno (pH)	25
Amonio (NH_4^+)	26
Nitrito (NO_2^-).....	26
Nitrato (NO_3^-)	26
MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
DISEÑO EXPERIMENTAL	28
ÁREA DE ESTUDIO	29
FASE DE CAMPO.....	29

Cultivo de <i>D. latifrons</i>	30
Alimentación.....	30
Sistemas acuapónicos	31
Parámetros físico-químicos.....	33
Cultivo de <i>C. annuum</i> (Plantas).....	34
Bacterias nitrificantes	35
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
Pruebas estadísticas inferenciales	36
Número mínimo de la muestra.....	36
Factor de conversión alimenticia (FCA).....	37
Biomasa	38
Supervivencia.....	38
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VEGETALES.....	39
Ganancia de altura	39
Ganancia de peso	39
Biomasa	39
Supervivencia.....	40
EFICIENCIA PRODUCTIVA DE LOS SISTEMAS ACUAPÓNICOS	40
RESULTADOS	41
COMPARACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS DEL SISTEMA NFT Y MBGB	41
ÍNDICE DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO, GANANCIA DE PESO Y BIOMASA DE <i>D. latifrons</i>.....	45
Índice de crecimiento específico.....	45
INCREMENTO DE PESO Y LONGITUD DE <i>D. latifrons</i>.....	46
Incremento de peso	46
Incremento de longitud	47
FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA	49
SUPERVIVENCIA DE <i>D. latifrons</i>.....	49
BIOMASA.....	50
INCREMENTO DE PESO Y LONGITUD DE <i>C. annuum</i>	50
Incremento de peso fresco promedio de <i>C. annuum</i>	50
Incremento de longitud de <i>C. annuum</i>	51
SUPERVIVENCIA DE <i>C. annuum</i>	52
BIOMASA.....	53

EFICIENCIA DE SISTEMAS	53
DISCUSIÓN.....	55
CONCLUSIÓN	59
RECOMENDACIÓN	61
REFERENCIAS	62
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje proteína y frecuencia alimenticia en peces	30
Tabla 2. Parámetros físico-químicos del chame - D. latifrons	34
Tabla 3. Promedios semanales de parámetros físico-químicos	41
Tabla 4. Índice de crecimiento específico	45
Tabla 5. Peso promedio e incremento de peso de D. latifrons	47
Tabla 6. Longitud promedio e incremento de longitud de D. latifrons	48
Tabla 7. Factor de conversión alimenticia de los sistemas NFT y MBGB y sus replicas... ..	49
Tabla 8. Supervivencia de D. latifrons de los sistemas NFT y MBGB.....	50
Tabla 9. Incremento de biomasa por muestreo de D. latifrons.....	50
Tabla 10. Supervivencia de C. annuum de los sistemas NFT y MBGB	52
Tabla 11. Incremento de biomasa por muestreo de C. annuum	53
Tabla 12. Determinación de eficiencia productiva producida en cada sistema.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CICLO DE NITRIFICACIÓN	12
Figura 2. Ilustración de técnica de cultivo balsa de raíz flotante	13
Figura 3. Ilustración de técnica de cultivo de capa de nutrientes	14
Figura 4. Ilustración de técnica de cama o lecho de cultivo con sustrato	15
Figura 5. Diagrama de sistemas acuapónicos acoplados.....	16
Figura 6. Diagrama de sistemas acuapónicos desacoplados	17
Figura 7. Ejemplar de D. latifrons	20
Figura 8. Ejemplar vegetal de C. annuum	23
Figura 9. Ubicación geográfica del área de estudio	29
Figura 10. Esquema básico del sistema película de nutrientes (NFT)	31
Figura 11. Esquema básico del sistema de grava o lecho de sustrato	32
Figura 12. Esquema del sistema acuapónicos y sus respectivas replicas	33
Figura 13. Materiales y equipos para la toma de parámetros físico químicos	34
Figura 14. Rangos semanales de temperatura	42
Figura 15. Rangos semanales de pH.....	42
Figura 16. Rangos semanales de oxígeno disuelto (OD)	43
Figura 17. Rangos semanales de amonio no ionizado (NH ₄ ⁺) mg/L.....	43
Figura 18. Rangos semanales de nitrito (NO ₂ ⁻) mg/L.....	44

Figura 19. Rangos semanales de nitrato (NO_3^-) mg/L	44
Figura 20. Línea de tendencia de crecimiento de <i>D. latifrons</i> ICE	46
Figura 21. Varianza de incremento de peso de <i>D. latifrons</i>	47
Figura 22. Varianza de incremento de peso longitud de <i>D. latifrons</i>	48
Figura 23. Peso fresco promedio de <i>C. annuum</i> en los sistemas NFT y MBG	51
Figura 24. Longitud promedio inicial y final de <i>C. annuum</i> en los sistemas NFT y MBGB	52
Figura 25. Análisis de varianza de sistemas con 95% de confianza	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Prueba de normalidad para el peso de peces.....	72
Anexo 2. Prueba t-student para el peso de peces.....	72
Anexo 3. PRUEBA ANOVA PARA EL PESO DE PECES.....	72
Anexo 4. Prueba de normalidad para la longitud de peces.....	73
Anexo 5. Prueba t-student para la longitud de peces.....	73
Anexo 6. Prueba anova para la longitud de peces	73
Anexo 7. Prueba de normalidad de longitud de plantas	74
Anexo 8. Prueba de T-Student de longitud de plantas	74
Anexo 9. Prueba de Anova de longitud de plantas.....	74
Anexo 10. Prueba de normalidad peso de plantas	75
Anexo 11. Prueba de T-student de longitud de plantas	75
Anexo 12. PRUEBA ANOVA DEL PESO FRESCO DE PLANTAS	75
Anexo 13. Prueba de normalidad de eficiencia de sistemas.....	76
Anexo 14. Prueba de T-student de eficiencia productiva de sistemas	76
Anexo 15. Prueba de Anova eficiencia productiva de sistemas acuapónicos	76
Anexo 16. Medias de parámetros físico-químicos	77
Anexo 17. Registró de crecimiento de <i>D. latifrons</i> en el sistema NFT	78
Anexo 18. Registró de crecimiento en sistema MBGB.....	80
Anexo 19. Registró de crecimiento en sistema NFT -replica 1	82
Anexo 20. Registró de crecimiento en sistema NFT -replica 2.....	83
Anexo 21. Registró de crecimiento en sistema NFT -replica 3.....	84
Anexo 22. Registró de crecimiento en sistema MBGB -replica 1	85
Anexo 23. Registró de crecimiento en sistema MBGB -replica 2	87
Anexo 24. Registró de crecimiento en sistema MBGB -replica 3	89
Anexo 25. Componente hidropónico NFT	90
Anexo 26. Componente hidropónico MBGB.....	90
Anexo 27. Sistema acuapónico NFT y MBGB	91
Anexo 28. Replica de sistema acuapónico NFT y MBGB.....	91
Anexo 29. Toma de longitud de pez – <i>D. latifrons</i>	92
Anexo 31. Toma de oxígeno disuelto.....	93
Anexo 32. Toma de temperatura	93
Anexo 33. Toma parámetros químicos.....	94

ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE ACUAPÓNICOS EN EL CULTIVO INTEGRADO DE *Dormitator latifrons* Y *Capsicum annuum*

Autor: Luis Armando Arauz Magallan

Tutora: Blga. Tomalá Solano Dennis M.Sc.

RESUMEN

En Sudamérica la demanda de producción agrícola ha comenzado a superar los recursos para su sostenimiento. Esta situación se atribuye principalmente al crecimiento poblacional y al cambio climático. Ecuador no está exento de esta problemática. El presente estudio de carácter experimental tuvo como objetivo comparar dos sistemas acuapónicos en el cultivo integrado de *Dormitator latifrons* y *Capsicum annuum* mediante indicadores de desempeño productivo, estimando la eficiencia de las técnicas de crianza en condiciones controladas. Se llevó a cabo la fase experimental de 92 días con sistemas acuapónicos de técnica de película de nutrientes (NFT) y Cama de sustrato (MBGB). Los análisis morfométricos y comparativos como el Anova y T-student mostraron que no existieron diferencias significativas en la eficiencia productiva en ambos sistemas ($P > 0.05$), *D. latifrons* obtuvo una supervivencia, incremento y ganancia de peso de 1.19, 0.37 g/d y 88% para NFT y 1.25, 0.4 g/d y 90% para MBGB. Por otro lado, en *C. annuum* se obtuvo un incremento de peso, longitud y supervivencia de 339.1 g, 34.41 cm y 86% en NFT y 341.8 g, 35.66 cm y 82% en MBGB. Concluyéndose que ambos sistemas acuapónicos son eficientes y productivos para el cultivo de plantas y peces, siendo una solución sostenible y amigable con el medio ambiente.

Palabras claves: Acuaponía, peso, longitud, sistemas, Eficiencia productiva

ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE ACUAPÓNICOS EN EL CULTIVO INTEGRADO DE *Dormitator latifrons* Y *Capsicum annuum*

Autor: Luis Armando Arauz Magallan

Tutora: Blga. Tomalá Solano Dennis M.Sc.

ABSTRACT

In South America, the demand for agricultural production is beginning to contrast with the resources available for maintaining these sectors, mainly due to population growth and climate change. Ecuador is not exempt from this problem. The objective of this experimental study was to compare two aquaponic systems in the integrated cultivation of *Dormitator latifrons* and *Capsicum annuum* using productive performance indicators, estimating the efficiency of breeding techniques under controlled conditions. The 92-day experimental phase was carried out with nutrient film technique (NFT) and substrate bed (MBGB) aquaponic systems. Morphometric and comparative analyses such as Anova and T-student showed that there were no significant differences in production efficiency in both systems ($P > 0.05$). *D. latifrons* obtained a survival rate, increase and weight gain of 1.19, 0.37 g/d, and 88% for NFT and 1.25, 0.4, and 90% for MBGB. On the other hand, *C. annuum* showed an increase in weight, length, and survival of 339.1 g, 34.41 cm, and 86% in NFT and 341.8 g, 35.66 cm, and 82% in MBGB. It was concluded that both aquaponic systems are efficient and productive for growing plants and fish, making them a sustainable and environmentally friendly solution.

Keywords: Aquaponics, weight, length, systems, production efficiency

INTRODUCCIÓN

En Sudamérica, la demanda de productos agrícolas y acuícolas ha aumentado en los últimos años, sin embargo, los recursos naturales que sostienen dichos sectores se han visto afectados. En el ámbito agrícola, esta situación “se atribuye a diversas tendencias como el crecimiento poblacional, la urbanización, los cambios ambientales drásticos y la disminución del suministro de agua” (Grados *et al.*, 2024, pp. 1-2). Ecuador no es ajeno a esta problemática, por lo que resulta necesario explorar modelos de producción innovadores, que permitan optimizar el uso de los recursos disponibles.

En este contexto, la acuaponía surge como una alternativa sostenible que “combina la acuicultura y la hidroponía en un entorno cerrado y controlado, donde los desechos de los peces se transforman en nutrientes para las plantas mediante procesos bacterianos, eliminando residuos y reciclando excretas y restos de alimento, lo que permite una producción sostenible” (Tokhun *et al.*, 2024, pp. 2).

Además, la acuaponía se basa en el aprovechamiento eficiente de los desechos orgánicos, lo que permite prescindir del uso de componentes y aditivos químicos. Este enfoque contribuye a la reducción del uso de agua y mejora la sostenibilidad del sistema productivo (Dávila, 2020). Por esta razón, se ha posicionado como una alternativa viable frente a los sistemas convencionales de producción.

Aunque en Ecuador la acuaponía aún se considera una práctica emergente, su implementación ha generado nuevas oportunidades de producción, especialmente en zonas vulnerables. Este sistema se caracteriza por su “versatilidad, ya que puede adaptarse a diferentes condiciones ambientales y a diversas especies acuícolas. Entre las especies comúnmente utilizadas se encuentran la tilapia (*Oreochromis niloticus*), la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), la carpa común (*Cyprinus carpio*) y la cachama (*Colossoma macropomum*)” (Pinho *et al.*, 2021).

No obstante, la búsqueda de alternativas adaptadas a las condiciones locales ha impulsado el interés por especies nativas. En este sentido, *Dormitator latifrons* conocido como chame, ha comenzado a ser objeto de estudio debido a su capacidad de adaptación y su potencial productivo en sistemas acuapónicos. “Esta especie es nativa de las zonas costeras del Ecuador y presenta tolerancia a condiciones variables de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto” (Jácome *et al.*, 2021). Estas características la convierten en una opción

viable para su cultivo en sistemas controlados.

Por otro lado, *Capsicum annuum* es una planta vegetal ampliamente utilizada en producción agrícola. “Se caracteriza por su adaptabilidad a condiciones tropicales y su resistencia a factores ambientales adversos. Además, presenta un valor comercial y una demanda constante en el mercado, lo que la convierte en una opción adecuada para sistemas de producción integrados” (Kim *et al.*, 2023).

En este contexto, La presente investigación tiene como objetivo comparar dos sistemas acuapónicos en el cultivo integrado de *D. latifrons* y *C. annuum*. Para ello, se evaluaron indicadores de desempeño productivo y parámetros ambientales, con el fin de determinar la eficiencia de ambos sistemas, bajo condiciones controladas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los sistemas convencionales de producción acuícola y agrícolas en el Ecuador enfrentan limitaciones asociadas a disponibilidad de agua, el uso ineficiente de recursos y el impacto ambiental generado por prácticas productivas intensivas. En los últimos años, eventos como la sequía han afectado significativamente la producción agrícola registrando en el 2024, cerca de 248.56 hectáreas agrícolas con afectación parcial, y 4.419.20 hectáreas con pérdida total (Palacios, 2024).

En el ámbito acuícola, el uso intensivo de agua y alimento también representa un problema relevante. “Se estima que estos sistemas pueden utilizar entre 69% al 90% de los recursos hídricos disponibles, además de presentar una pérdida de 52% al 72% de alimento, lo que genera impactos ambientales negativos” (Yusoff *et al.*, 2024). Asimismo, “el uso inadecuado de insumos puede provocar procesos de eutrofización, afectando la calidad del agua y la biodiversidad de los sistemas acuáticos (Ibrahim *et al.*, 2023).

Frente a este escenario, la acuaponía surge como una alternativa sostenible, que “integra la acuicultura y la hidroponía en un sistema agrícola integrado para la producción simultánea de peces y cultivos” (Colin *et al.*, 2024). No obstante, en Ecuador, la aplicación de estos sistemas ha sido limitado y se ha centrado en el uso excluyente de ciertos modelos acuapónicos.

Esta falta de información influye en la toma de decisiones técnicas fundamentadas sobre la eficiencia de los sistemas, representando un panorama que obstaculiza el desarrollo de estas prácticas en el país. Por lo tanto, surge la pregunta principal de este estudio de investigación ¿Qué tan eficientes son los sistemas acuapónicos en el crecimiento de *D. latifrons* y *C. annuum*?

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La industria de la agricultura y acuicultura se ha visto afectada por factores ambientales y la expansión humana, comprometiendo la seguridad alimentaria de los sectores rurales del Ecuador. Esta situación representa una oportunidad para implementar métodos de cultivos sustentables poco conocidos, como es el caso de la acuaponía, que, si bien en los últimos años se ha posicionado en el país, aún existen desconocimientos sobre los diferentes métodos o modelos acuapónicos existentes.

En este sentido a pesar de que la acuaponía surge como una solución importante para mitigar la escasez alimentaria, es importante profundizar en los distintos métodos acuapónicos y determinar si existen diferencias en cuanto a la eficiencia productiva de cada sistema.

JUSTIFICACIÓN

La acuaponía ha emergido como una alternativa innovadora en la producción de alimentos, aprovechando la sinergia entre la cría de peces y el cultivo de plantas. Este sistema transforma los desechos de *D. latifrons* en nutrientes para las plantas, mientras que estas purifican a su vez el agua para los peces, creando un ciclo de producción sostenible que supera las limitaciones de los métodos agrícolas y acuícolas convencionales.

De acuerdo con Martínez *et al.* (2023), entre las ventajas más destacadas de la acuaponía se encuentra la reducción del consumo de agua en comparación con técnicas convencionales, reduciendo hasta el 90%, así como la disminución de fertilizantes químicos. lo que contribuye a la producción de alimentos saludables y a la reducción de la contaminación ambiental (pp. 93-94).

Además, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018) menciona que “la acuaponía optimiza la utilización de recursos y reduce costos operativos, permitiendo obtener proteínas de origen animal y vegetal de alta calidad con una inversión relativamente baja, la capacidad de este sistema para generar producción dual incrementa la rentabilidad y la productividad en ciclos más cortos”. Adicionalmente, su bajo requerimiento de superficie para su implementación, la posiciona como una alternativa atractiva para unidades de producción tanto en entornos urbanas como rurales.

En Ecuador, si bien se han desarrollado proyectos piloto de carácter académico, estos se han centrado únicamente en sistemas específicos tales como el de película de nutrientes (NFT) y el de raíz flotante (SRF). Por tanto, no existen estudios que evalúen cuestiones técnicas como el desempeño de otros sistemas como el de lecho de sustrato conocido como “grow bed o media bed”, lo que evidencia una brecha de desconocimiento sobre el funcionamiento real bajo condiciones locales. siendo la presente investigación un aporte significativo al conocimiento sobre estos procesos.

El estudio busca afianzar la información existente sobre la acuaponía en el país y a través de análisis de la productividad de sistemas de filtración acuapónicos, utilizando parámetros biométricos y ambientales. Los resultados pretenden aportar evidencia para el diseño de modelos agrícolas sostenibles, y a su vez, que respalden la implementación de prácticas productivas compatibles con la conservación del medio ambiente.

Esta investigación busca contribuir al fortalecimiento de la seguridad alimentaria y a la mejora de la resiliencia de los sistemas productivos locales frente a los desafíos ambientales contemporáneos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Comparar dos sistemas acuapónicos en el cultivo integrado de *Dormitator. latifrons* y *Capsicum annuum* mediante indicadores de desempeño productivo, estimando la eficiencia de las técnicas de crianza en condiciones controladas.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar parámetros ambientales de los sistemas acuapónicos película de nutrientes (NFT) y lecho de cultivo con sustrato (MBGB).
- Estimar el rendimiento productivo de *D. latifrons* a partir de la determinación de ganancia de biomasa y factor de conversión alimenticia (FCA), y de *C. annuum* mediante parámetros morfo-productivos.
- Contrastar la información obtenida de los sistemas acuapónicos, determinando la eficiencia productiva.

PLANTEAMIENTO HIPOTÉTICO

HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H0)

No existen diferencias en la eficiencia productiva en los sistemas acuapónicos lecho de sustrato y película de nutrientes (NFT).

Hipótesis alterna (H1)

Existen diferencias en la eficiencia productiva en los sistemas acuapónicos lecho de sustrato y película de nutrientes (NFT).

- **Variable independiente:**

Sistemas acuapónicos NFT y MBGB

- **Variable dependiente:**

Incremento de peso, longitud, biomasa y supervivencia de *D. latifrons* y *C. annuum*.

MARCO TEÓRICO

HISTORIA DE LA ACUAPONÍA

Actualmente, no se conoce con certeza el origen de la acuaponía, debido a que, a lo largo de la historia, existen lagunas de información de diversas civilizaciones que se presumen que hayan implementado modelos de siembras integrado de dos productos de consumo alimenticios. Sin embargo, se ha podido registrar los cimientos del sistema de cultivo. Weber et al. (2022) menciona que “los primeros vestigios de la acuaponía datan desde el antiguo Egipto, usando el río Nilo para la siembra de peces y plantas en zonas aledañas, por otro lado, Mesopotamia, china y Tailandia manejaban sistemas de arroz y peces y en 1400 a.C. la civilización azteca ya utilizaba rústicos sistemas de balsas flotantes” (pp.10).

El nacimiento de la acuaponía moderna fue tomando forma de la mano de múltiples estudios progresivos, siendo Jhon y Nancy Todd, junto a William McIarney en 1969, los primeros en crear un biorefugio, invernaderos con ecosistemas equilibrados, más tarde en el 78 Lewis demostró que los desechos metabólicos de peces podían usarse como nutrientes en plantas, los años 80, Mark Mcmurtry y Doug Sanders crearon el primer sistema acuapónico de circuito cerrado, por otro, Tom y Paula Speraneo seccionaron los componentes biológicos, optimizando el sistema, más tarde el Dr James Rocky creó el primer sistema comercial usando el sistema de aguas profundas (Cuencas et al.,2024).

En la década del 2010, se establecieron diversas plataformas que actualmente sirven como fuentes de investigación relacionados a la acuaponía, como Aquaponic Gardening Community y Backyard Aquaponic Forum, un año más tarde se celebró el primer congreso de acuaponía, dando paso a la creación de lo que hoy en día se conoce como “la asociación de acuaponía” (López, 2019).

ACUAPONÍA COMO SISTEMA DE PRODUCCIÓN INTEGRADO

La acuaponía se define como la “combinación de la hidroponía y la acuicultura, en un sistema integrado de recirculación, el cual aprovecha los desechos orgánicos de los peces y mediante la acción de las bacterias nitrificantes, los usa como nutrientes para el crecimiento

de las plantas” (Wang, Yang, & Lu, 2024).

Este modelo se caracteriza por la relación simbiótica donde los vegetales se nutren de los subproductos derivados de las excretas de los peces y, simultáneamente, filtran el agua para mantener su calidad en óptimas condiciones” (Cifuentes *et al.*, 2023).

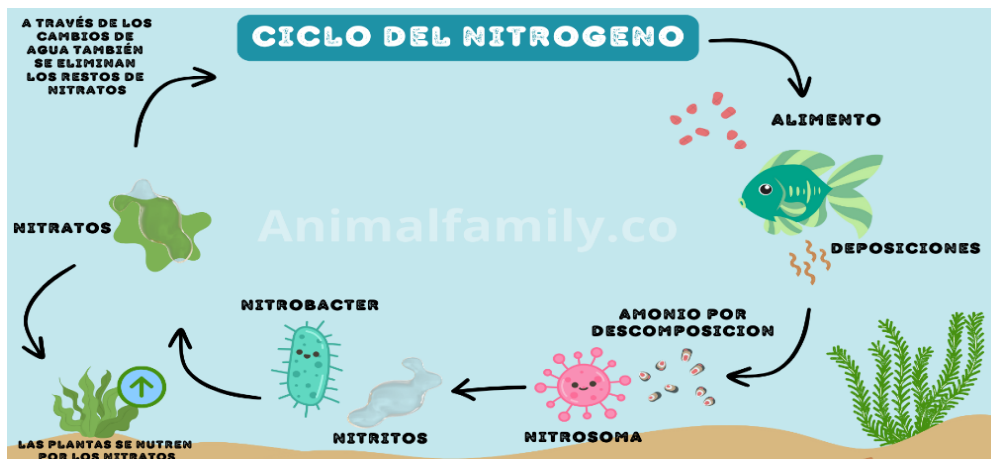
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACUAPÓNICO

Ciclo de nitrificación

El ciclo de nitrógeno “constituye un proceso biológico imprescindible en sistemas ras, donde los peces liberan amonio que posteriormente se transforma en nitrito y luego en nitrato por la acción bacteriana” (Wongkiew *et al.*, 2021). El nitrato producido constituye la forma final de este proceso y representa la principal fuente de energía en las plantas, ya que en acuaponía, el nitrato generado durante la nitrificación puede ser absorbido por las plantas como fuente de nitrógeno para su crecimiento” (Heise *et al.*, 2021).

Figura 1.

Ciclo de nitrificación



Nota: Adaptado de “Ciclo de nitrógeno en los acuarios”. por Animalia Family, 2024. <https://animalfamily.co/el-ciclo-del-nitrogeno-en-los-acuarios/>

Bacterias nitrificantes

Para que el proceso nitrificación ocurra, deben estar involucrados organismos como “bacterias oxidantes de amoníaco (AOB—*Nitrosomonas sp.* y *Nitrosococcus sp.*) y las bacterias oxidantes de nitrito (NOB—*Nitrobacter sp.*, *Nitrotoga sp.* y *Nitrospira sp.*)

cumplen funciones clave, al oxidar el amoníaco a nitrito y el nitrito a nitrato respectivamente” (Godzieba *et al.*, 2024).

Tipos de sistemas acuapónicos

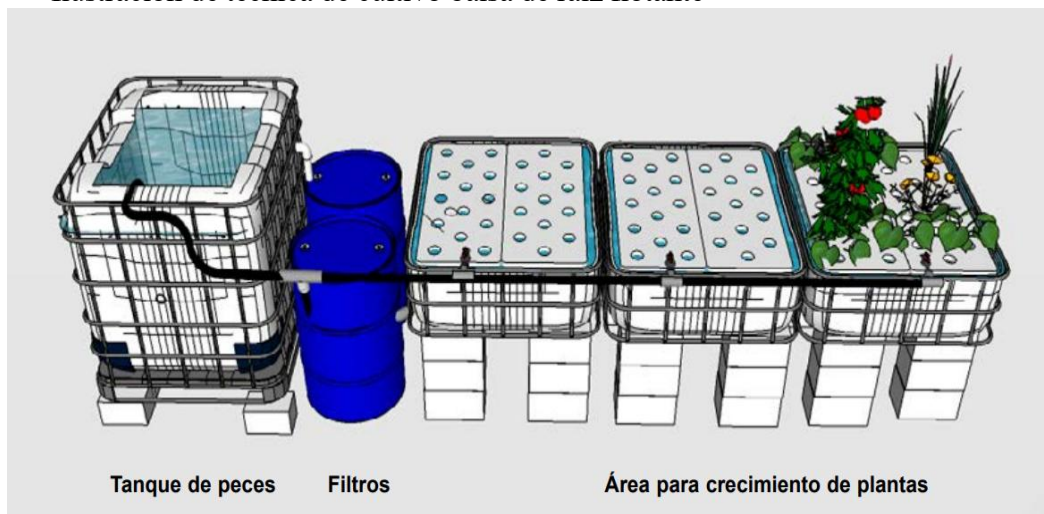
La acuaponía moderna se clasifica según la modalidad hidropónica y el ciclo del agua. Los sistemas más comunes son el lecho de cultivo con sustrato (Media-Based Growing Bed, MBGB), el cultivo de aguas profunda (Deep Water Culture, DWC) y la técnica de película nutritiva (Nutrient Film Technique, NFT). Asimismo, se dividen en sistemas acoplados (coupled) y desacoplados (decoupled) (Hao *et al.*, 2020).

Sistema de cultivo de aguas profundas (DWC)

También conocido como Balsa de raíz flotante, es un método que usa grandes volúmenes de agua y alberga el componente hidropónico en el mismo sitio de almacenamiento de agua recirculante. Los reservorios de agua “pueden construirse con cajones de maderas, batea, artesas, etc., que sostienen flotando sobre ellas, láminas de espuma Flex (poliestireno) u otro material similar, en el cual se realizan perforaciones que alojen, los vegetales a cultivar” (World Renew y Diaconía Nacional, 2020) (Figura 2).

Figura 2.

Ilustración de técnica de cultivo balsa de raíz flotante



Nota: Adaptado de “Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala”. (pp. 229) por Somerville *et al.* 2020. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

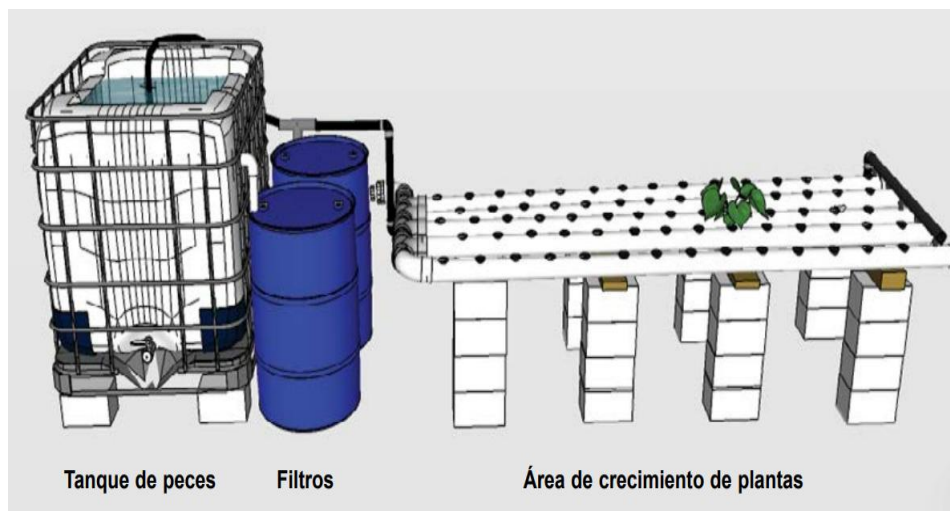
La ventaja de esta técnica es que permite a las raíces del cultivo mantenerse sumergidas constantemente, protegiéndolas de la sobrecarga de energía lumínica y estabilizando la temperatura” (Márquez *et al.*, 2020).

Sistema de cultivos en capas de nutrientes (NFT)

Este método de cultivo “se basa en el montaje de caños agrupados, que pueden ser de distintas longitudes y diámetros, utilizados como canaletas en la que corre una fina película de agua, con solución nutritiva, para luego volcarlas en un reservorio; de manera que fluyan hacia el sistema nuevamente” (Márquez & García, 2023). Generalmente se usa tubos PVC como cañerías, adaptadas con agujeros donde se insertan las plantas, de manera que las raíces se nutren de la solución acuosa (Figura 3).

Figura 3.

Ilustración de técnica de cultivo de capa de nutrientes



Nota: Adaptado de “Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala”. (pp. 229) por Somerville *et al.* 2020. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

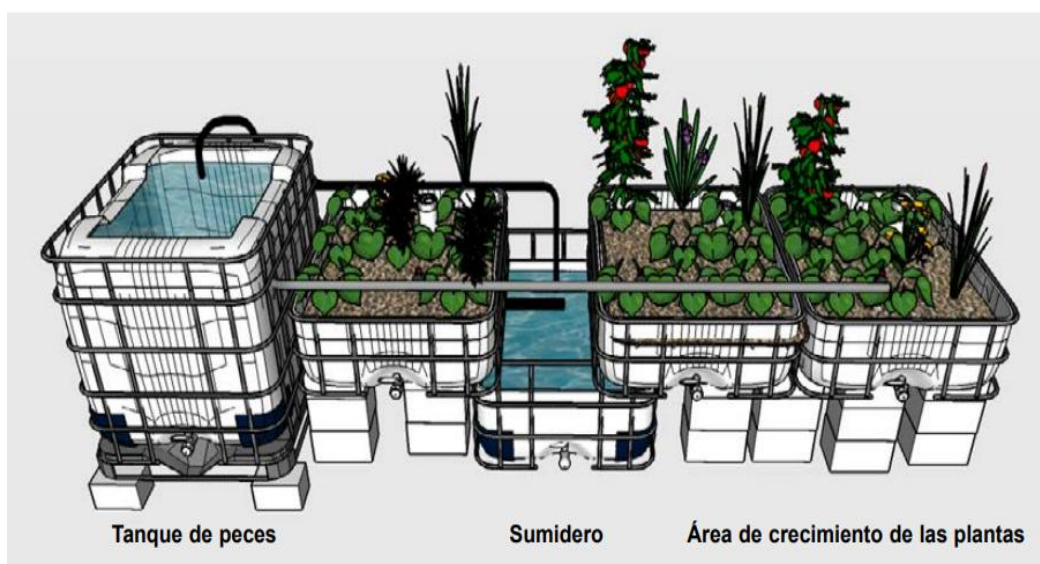
Sistema de cama o lecho de cultivo con sustrato (MBGB)

Este método usa el “sustrato como superficie de acoplamiento radicular y como medio para que las bacterias conviertan los desechos de los peces en nutrientes para las plantas” (CIPAC AIP, 2024). Entre los sustratos más utilizados se incluyen “corteza, turba, paja, aserrín y cáscara de palma (orgánicos); bolas cerámicas, grava, arena, perlita y lana de

roca (minerales); y bolas de arcilla expandida, poliestireno y poliuretano (sintéticos)” (Pushpanjali, 2025) (Figura 4).

Figura 4.

Ilustración de técnica de cama o lecho de cultivo con sustrato



Nota: Adaptado de “Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala”. (pp. 229) por Somerville *et al.* 2020. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Sistema acuapónico acoplado

Los sistemas acuapónicos acoplados son uno de los más utilizados debido a su diseño funcional. De acuerdo con Rajalakshmi *et al.* (2022), estos presentan un “flujo de agua unidireccional que comienza en la unidad de cultivo de peces, pasa por filtros de sólidos y biológicos, y luego por la unidad hidropónica y el tanque sumidero antes de regresar a los peces para completar el ciclo” (pp.24). Dentro del sistema, es fundamental garantizar el funcionamiento óptimo de componentes claves como los sólidos, la nutrición vegetal, filtración biológica y la consistencia de alimento, ya que, estos factores influyen el rendimiento de organismos bióticos (Figura 5).

Figura 5.

Diagrama de sistemas acuapónicos acoplados



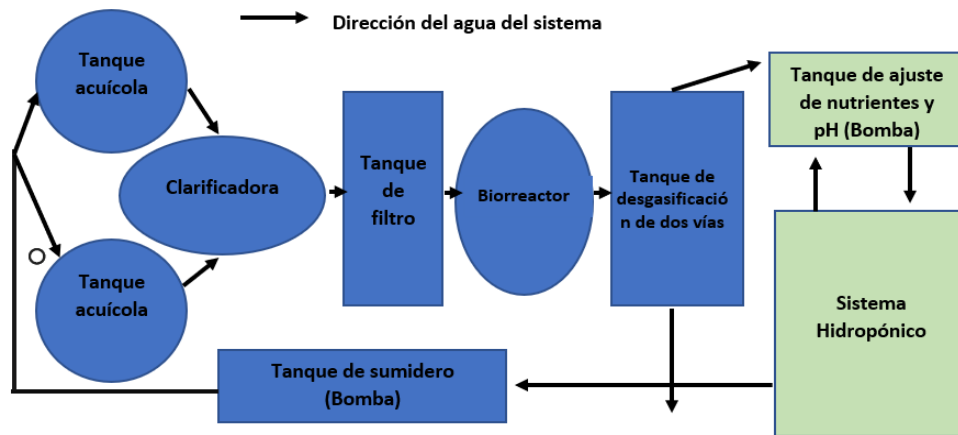
Nota: Adaptado de “Revisión completa de sistemas acuapónicos, hidropónicos y de recirculación Sistemas de acuicultura”. (pp. 24) por Rajalakshmi *et al.*, 2022. Revista de Biología Experimental y Ciencias Agrícolas.

Sistema acuapónico desacoplado

Los sistemas desacoplados, surgen como respuesta a los sistemas ras convencionales que a palabras de Rodgers *et al.* (2022) se describe como “un método que separa los sistemas de plantas y peces. Esto permite ajustes en el agua que pueden beneficiar a las plantas sin dañar a los peces” (pp.2). Este método es ideal, ya que “garantiza que tanto los peces como las plantas se mantengan bajo condiciones que reduzcan el riesgo de contaminación cruzada y maximicen la productividad respectiva” (Tawaha *et al.*, 2025) (Figura 6).

Figura 6.

Diagrama de sistemas acuapónicos desacoplados



Nota: Adaptado de “Revisión completa de sistemas acuapónicos, hidropónicos y de recirculación Sistemas de acuicultura”. (pp. 24) por Rajalakshmi *et al.*, 2022. Revista de Biología Experimental y Ciencias Agrícolas.

Desempeño funcional de los sistemas de película de nutrientes (NFT) y cama o lecho de cultivo con sustrato (MBGB)

los sistemas NFT (técnica de película de nutrientes) y MBGB (lecho de cultivo con sustrato) son los más utilizados dentro de la acuicultura, debiéndose principalmente a sus características estructurales que influyen en los procesos dentro del sistema. En los sistemas NFT, “el flujo continuo de una delgada película de agua, permite que las raíces de las plantas permanezcan parcialmente expuestas al aire, favoreciendo la oxigenación radicular y la circulación de nutrientes” (Liu, Masabni, & Niu, 2025). Sin embargo, debido a que la técnica NFT carece de superficie, esto impide que se produzca la colonización de bacterias nitrificantes, por lo tanto, el sistema requiere de un diseño por separado del Filtro mecánico y el biológico (World population prospect, 2022).

En contraste, los sistemas MBGB incorporan sustrato sólido que proporciona una mayor área para el desarrollo de comunidades bacterianas que actúan como medio de filtración. Esta característica favorece la nitrificación y mineralización de la materia orgánica, contribuyendo al reciclaje de nutrientes dentro del sistema acuapónico (Goddek, Joyce, & Kotzen, 2020).

COMPONENTES BÁSICOS DE SISTEMAS ACUAPÓNICO

Para establecer un sistema acuapónico funcional, es importante recordar que su éxito, depende de una serie de componentes que trabajan en conjunto.

Piscinas de cultivo de peces

Las piscinas o tanque de peces complementan el 20% del sistema acuapónico en cuanto a costo se refiere, convirtiéndose en el eje central del sistema. Por lo que se debe considerar tres aspectos fundamentales como el tipo de material, Long & Hoang (2023) mencionan que “los materiales fiables para la construcción de un tanque de peces son polipropileno, polietileno de alta densidad (HDPE) y fibra de vidrio para tanques preformados, mientras que materiales de revestimiento como PVC o EPDM)” (pp-3). Por otro lado, otro factor a considerar es el color, Ariyomo *et al.* (2024) mencionan que se debe priorizar el uso de tanques oscuros sobre el transparente para un mejor control de estrés, y por último la profundidad del tanque que, a palabras de Wan *et al.* (2022) “el tanque donde se desarrollan los peces, debe ser vertical para asegurar una mejor concentración de oxígeno” (pp.2). Es importante destacar que su forma debe facilitar su limpieza y desinfección para una correcta siembra y cosecha tanto de peces como vegetales.

Aireación

La aireación es uno de los puntos más vitales en sistemas acuapónicos, debido a que “el oxígeno que se incorpora de forma natural desde la superficie y el que se genera por las plantas acuáticas, no logran cubrir la demanda necesaria en estos tipos de sistemas” (Nguyena *et al.*, 2024). Por lo tanto, en la acuicultura moderna, se opta por utilizar bombas de aires, ya que al inyectar aire, “crea turbulencia, rompiendo el agua en gotas para aumentar el área interfacial agua-aire, aumentando así el contenido de DO del agua” (Roy. Machavaram *et al.*, 2022).

El oxígeno disuelto que se provee de forma externa es de gran importancia en sistemas acuapónicos, los aireadores que se encuentran estratégicamente posicionados, producen pequeñas burbujas. De acuerdo con Java *et al.* (2025) “la burbuja fina ha demostrado un impacto significativo en los parámetros de calidad del agua. en particular en el aumento de los niveles de oxígeno disuelto (OD)” (pp.182).

Filtración

Proceso físico mediante el cual el agua pasa a través de un medio permeable donde poros son lo suficientemente grandes para que pase el agua, pero suficientemente chicos para retener las partículas suspendidas (Herrera, 2023).

Filtro mecánico

En Acuaponía, la filtración mecánica se define como un “componente que permite separar y remover los desechos sólidos en suspensión (ya sean flotantes o no)” (Belavi, 2021). Su función es de vital importancia para la salud del medio, ya que si no se realiza el filtrado, puede resultar en desequilibrios de nutrientes y posibles condiciones anaeróbicas que obstaculizan el crecimiento y desarrollo de las plantas” (Nishanth *et al.*, 2025).

Filtro biológico

La biofiltración de agua “es la conversión de amoníaco en nitrato a través de la actividad bacteriana” (Mayoral *et al.*, 2020). Dicho de otra forma “los biofiltros son compartimentos en el RAS que contienen sustratos que permiten la fijación de bacterias autótrofas en cantidad suficiente para llevar a cabo la oxidación de todo el amoníaco generado en el sistema” (Lutz, 2023).

Componente hidropónico

La hidroponía se refiere al “cultivo de plantas en un soporte o sustrato material diferente al suelo, y cuya alimentación se realiza mediante una solución nutritiva que es suministrada a través del agua de riego” (Herrera, 2023). De forma general, Esta técnica de cultivo “encierra todas las formas de cultivar plantas sin el uso de suelo, manejando como medio de siembra piedrillas, fibra de coco, etc. La alimentación de las plantas se realiza mediante riego, donde se aplican los nutrientes minerales que los cultivos requieren para su crecimiento” (Giler & Saltos, 2022).

Componente biológico

Los componentes biológicos dentro de los sistemas acuapónicos constituyen la base del ciclo natural, que permite reutilizar nutrientes esenciales y a su vez limpiar el medio acuático. La participación de estos organismos propicia un equilibrio funcional en el sistema.

CARACTERÍSTICAS DEL *Dormitator latifrons*

También conocido como chame en Ecuador, puyequé en México, chococo en Panamá y Costa Rica, chalaco en Perú y dormilón gordo del pacífico en Centroamérica. *D. latifrons* es una especie que atraído el interés tanto en la comunidad científica como en la productiva. Gracias a su capacidad adaptativa y su importancia económica, se ha vuelto un referente en la acuicultura en zonas costeras del continente. A pesar de ser una de las especies con mayor presencia en la pesca artesanal, en los últimos años se ha demostrado que se puede producir esta especie en cautiverio gracias a diferentes técnicas de cultivo bajo condiciones controladas (Figura 7).

Figura 7.

Ejemplar de *D. latifrons*



Nota: Adaptado de “UdeG estudia cultivo del pez chame para combatir el hambre” por Carlos Manzanoet.. 2017.

Taxonomía

Reino Animalia

Filo Chordata

Clase Actinopterygii

Orden Gobiiformes

Familia Eleotridae

Género *Dormitator*

Especie: *Dormitator latifrons* (J. Richardson, 1844).

Morfología

Se caracteriza por poseer “un cuerpo robusto, corto y comprimido, de pigmentación café y púrpura, cuenta con 8 barras en la parte superior de los costados; barra oscura debajo del ojo; costado de la cabeza con franjas café; una mancha azul, como oreja” (Machuca & Rodríguez, 2022). En cuanto a extremidades, *D. latifrons* cuenta con “un pectoral con barras oscuras; la aleta dorsal y anal tiene manchitas, la cabeza tiene cuatro barras oscuras por detrás del ojo y una barra oblicua, el maxilar llega hasta la órbita. Posee entre 33 – 35 escamas Ctenoideas” (Castro, 2022).

Reproducción

No existe mucha información específica sobre el dimorfismo sexual durante el periodo reproductivo de *D. latifrons*, Vega *et al.* (2020) menciona que “cerca de la madurez sexual, los machos presentan una papila genital triangular rosa o rojo oscuro. En las hembras, la papila genital varía de vino tinto a marrón, es ovalada y bordeada por filamentos, además se produce un abultamiento del vientre” (pp.394). Por otro lado, Ruiz (2020) destaca que “*D. latifrons* presenta actividad en ríos y debido al nivel del agua, la corriente y la salinidad, Aunque es más frecuente en la temporada de lluvias, puede reproducirse todo el año. Los machos son territoriales, rodeando la hembra mientras esta deposita los huevos y son fertilizados externamente” (pp.10). (Vega *et al.*, 2020).

Hábitat y distribución

La especie “*D. latifrons* forma parte de las especies eurihalinas, pudiendo habitar a diferentes concentraciones de salinidad” (Acosta. 2023). Por lo tanto, es capaz de vivir tanto en agua dulce como salada. Su presencia es muy común en sitios como estuarios, ríos, lagunas y manglares costeros, priorizando un ambiente ligeramente alcalino. De acuerdo con Aréchiga *et al.* (2022) “ El área de distribución se extiende en el pafífico oriental tropica, abarcando desde el sur de california hasta el Perú, incluyendo las costas del Ecuador y las islas galapagos”(pp.452).

Alimentación

Basado en lo que describe Vega *et al.* (2020), la especie *D.latifrons* tiene hábitos detritívoros y omnívoros es decir que se alimenta de detritus y organismos como plantas, anélidos, copepodos, entre otras microfaunas. A pesar que generalmente pueden alimentarse en diferentes horas, se produce un pico de ingesta alimenticia en la tarde y noche (p.394). Bajo condiciones controladas, “pueden alimentarse de dietas Fórmuladas de origen comercial, ya que se constituyen de proteínas y carbohidratos en niveles proporcionados que aportan al desarrollo óptimo de los peces” (Cruz *et al.*, 2023).

CARACTERÍSTICAS DE *C. annuum*

Conocido como pimiento en Ecuador, pimentón en Perú, ají en Chile y Chile en algunas partes de Centroamérica. *C. annuum* es una especie reconocida a nivel mundial, altamente cultivada en el medio agrícola debido a sus múltiples usos en diversos ámbitos, ya sea gastronómica, farmacéutica como ornamental. Su gran capacidad de adaptabilidad y resistencia, ha hecho que se posicione como una de las plantas más cosechadas en la botánica, convirtiéndola como un claro referente de valor comercial (Figura 8).

Figura 8.

Ejemplar vegetal de *C. annuum*



Nota: Adaptado de “Manual de recomendaciones en el cultivo en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.)” por Javier Madriz Arrieta., 2023.

Taxonomía

Reino: Plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum annuum* (C. Linneo 1753).

Morfología

Se caracteriza por presentar un tallo “erecto que alcanzan entre 1 y 1.5 m. Las hojas son simples y similares en forma. El limbo es ovado a elíptico, de margen de ápice acuminado. Las inflorescencias son axilares, con una flor por axila con corola blanca” (Loredana, 2024). Por otro lado, Rojas. (2020) menciona que “El fruto es una baya semicartilaginosa, de forma, tamaño y colores variables que va desde el verde, amarillo, rojo y púrpura. Posee un elevado contenido vitamínico, principalmente en forma de vitamina C” (pp.20).

Hábitat y distribución

La especie *C. annuum* crece en diversos bosques húmedos, semihúmedos, aunque generalmente “crecen en climas templados en temperaturas de 10 a 21 grados Celsius y se distribuyen al sur de Estados Unidos hasta Argentina y Brasil. El género incluye chiles, pimientos morrones, ajíes, habaneros, jalapeños, ulupicas y pimientos” (Swamy, 2023). Por otro lado, su gran influencia ha llegado a abarcar “todo el mundo en general. Los exploradores españoles descubrieron este cultivo en Sudamérica, América Central e islas del Caribe. A partir de ahí, se trasplantó a Europa, donde las variedades menos picantes prosperaron en el clima más frío” (Molina, 2020).

Condiciones de cultivo

C. annuum es una especie que requiere de varios elementos esenciales para su desarrollo, “su siembra depende de un suelo ligero, de buena fertilización, pH promedio entre 5.5 a 6.5, franco con una profundidad relativamente considerable, que permita un excelente drenaje” (Arrieta, 2023). Por otro lado, Kim *et al.* (2023) menciona que “El rango de temperatura óptimo para la formación y calidad de los frutos es de entre 21 y 29 °C” diurnos y 18°C nocturno, a una humedad relativa de 65-70 %” (pp.1-3). En cuanto nutrientes. Paucar & Calero (2024) señalan que “Las soluciones minerales son esenciales para el crecimiento y desarrollo saludable de las plantas. Por lo cual, la solución debe contener nutrientes como son nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, azufre, molibdeno, boro, cobre, níquel y zinc” (pp.13). De forma general, el éxito de siembra se centra en una correcta preparación de sustrato, riego, control de parámetros ambientales y físico-químicos.

PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL MEDIO ACUÍCOLA

El agua es el medio es esencial para el desarrollo de la acuicultura, la calidad del hábitat determinara el éxito del desarrollo de los peces. Según Yusoff *et al.* (2024) “el manejo de la calidad del agua es uno de los factores más críticos en acuicultura, pues cualquier variación fuera de los rangos óptimos provoca estrés y pérdidas económicas” (pp.2-3). Por lo tanto, parámetros como la temperatura, pH, oxígeno disuelto, Etc., juegan un importante papel para un óptimo crecimiento y ganancia de biomasa acuícola.

Temperatura

La temperatura del agua es un factor que afecta al sistema. (Masabni & Sink. 2020) Por otro lado. Transfarm consortium (2023) menciona que “La temperatura en acuaponía determina la selección de especies según su tolerancia: verduras de estación fría (8–20 °C), verduras cálidas (17–30 °C), peces tropicales (22–32 °C), peces de agua fría (10–18 °C) y bacterias nitrificantes (17–34 °C), afectando la salud y eficiencia del sistema” (pp.6).

Oxígeno disuelto (OD)

El oxígeno disuelto (OD) es parámetro fundamental en el sistema tanto para los peces como las plantas, por lo tanto “la concentración de oxígeno disuelto debe mantenerse al menos por encima de 5 mg/L” (Elsbaay *et al.*.2025). Es importante recordar que en climas cálidos el oxígeno suele reducirse, por lo cual, se recomienda aumentar su la aireación, Marium *et al.* (2023) menciona que “los peces de aguas frías, necesitan un OD mayor a 6 mg/L, si bien existen especies que toleran rangos incluso menores a 5 mg/L, estos rangos pueden afectar su crecimiento y reproducción” (pp.7).

Si bien es cierto que existe un umbral promedio de oxígeno disuelto recomendado y considerado como el estándar en la acuicultura, se debe tomar en cuenta que “el consumo de oxígeno de un pez en está determinado por su tamaño corporal y la temperatura del agua, Es decir que los peces grandes, suelen abarcar una mayor absorción de oxígeno que los peces más pequeños” (Pauly & Müller, 2025).

Potencial de hidrogeno (pH)

El pH del agua es fundamental en acuaponía, ya que afecta todos los componentes del sistema, por lo tanto, se debe mantener un equilibrio en plantas, bacterias y peces. Wang *et al.* (2023) menciona que “Las bacterias nitrificantes funcionan mejor entre 7.2 y 8.2, por lo que los sistemas operan en pH 7.0, sin embargo, este pH no es óptimo para los cultivos, ya que valores superiores a 6.5 reducen la disponibilidad de fósforo y micronutrientes” (pp.2). Por otro lado, Channa *et al.* (2024) menciona que “el rango de pH óptimo para la mayoría de los peces está entre 6 y 8.5” (pp. 324-325). Es importante recordar que existen

factores como la densidad de peces y la nitrificación pueden influir en el pH, por lo tanto, se debe mantener un equilibrio, para un correcto mantenimiento del sistema.

Amonio (NH_4^+)

El amonio “es un compuesto nitrogenado que se encuentra comúnmente en ambientes acuáticos y proviene tanto de fuentes naturales como antropogénicas” (Yuna *et al.* 2026). Por otro lado, Zhang *et al.* (2025) menciona que un ligero aumento de amonio es peligroso en los peces, ya que “puede dañar directamente órganos vitales como el hígado, el bazo y las branquias de los peces, causando disfunción fisiológica y eventual mortalidad de los organismos” (pp.2- 26). Además, Yang *et al.* (2024) señala que niveles elevados de 1.0 -10 mg/L, reducen drásticamente la actividad de las bacterias nitrificantes, reduciendo el ciclo de transformación a nitrito o nitrato, afectando el sistema acuapónico” (pp.2).

Nitrito (NO_2^-)

El nitrito es considerado la fase intermedia del proceso de nitrificación, de naturaleza altamente dañino, pues “El nitrito es tóxico para los peces a niveles tan bajos como 0.10 mg/L” (Floyd *et al.* 2025). Los niveles altos de NO_2^- son perjudiciales para los peces, atacando principalmente a la sangre, de acuerdo con “el nitrito se une a la hemoglobina y forma metahemoglobina. En este estado, los peces experimentan dificultad para respirar incluso con niveles adecuados de oxígeno. En casos avanzados de intoxicación, la sangre se vuelve marrón (síndrome de la sangre marrón)” (Kubitza, 2022). Por otro lado, Bhat *et al.*, (2025) menciona que “Los niveles seguros de nitrito deberían permanecer por debajo de 0.02 ppm” (pp.7).

Nitrato (NO_3^-)

El nitrito es “un residuo nitrogenado común en el agua de la acuicultura, se origina principalmente en el cebo de los peces y los residuos generados por los organismos de la acuicultura” (Li *et al.* 2024). A pesar de que este compuesto nitrogenado es relativamente

menos tóxico que el nitrito y el amonio, una exposición prologada “pueden llegar a ser tóxicos para los peces solo en concentraciones muy altas, mayores a 300-500 ppm” (Integral Aquiculture consulting S.A.C., 2023). Por lo tanto, Yu *et al* (2020) recomienda mantener los niveles de nitrato menores a 50 mg/L para un correcto control de un sistema ras.

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a que el objetivo de la investigación buscó realizar un análisis comparativo de dos sistemas acuapónicos, para dilucidar su eficiencia productiva, se consideró pertinente recurrir al uso de un diseño experimental del tipo verdadero, debido a que responde a las características esenciales de la problemática y se ajusta a las necesidades de la presente investigación.

ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación es de carácter cuantitativo debido a la naturaleza de los datos, ajustándose en el uso de datos cuantificables para entender un fenómeno, como el número poblacional de organismos en la determinación de parámetros morfo-productivos.

DISEÑO EXPERIMENTAL

La fase experimental consistió en la comparación de dos sistemas acuapónicos: técnica película de nutrientes (NFT) y cama de sustrato o media bed grow bed (MBGB). Cada sistema fue establecido con tres réplicas independientes, conformando un total de 6 unidades experimentales.

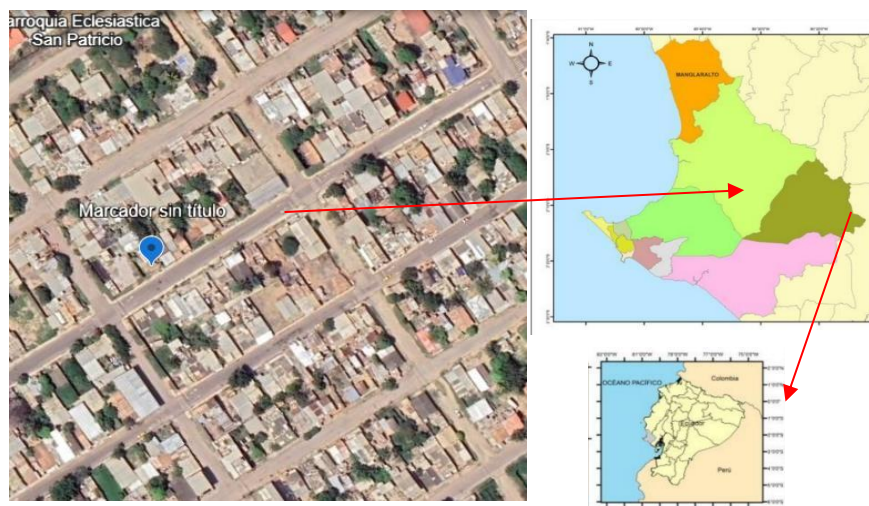
Cada unidad experimental consistió en un sistema acuapónico independiente en el que se integró el cultivo del pez *D. latifrons* y la planta *C. annuum*. En cada réplica se sembraron 50 peces y 50 plantas, manteniendo unidades uniformes entre sistemas. La fase experimental tuvo una duración de 92 días y para el análisis estadístico, cada réplica del sistema fue considerado como una unidad experimental, con un tamaño de muestra de $n=3$ por tratamiento.

ÁREA DE ESTUDIO

La fase experimental del presente proyecto se llevó a cabo en la sala de experimentación ubicada en el sector Jaime Roldós del cantón la Libertad de la provincia de Santa Elena. Ecuador, con coordenadas de 2°14'33"S latitud Sur. 80°54'48"O latitud Oeste.

Figura 9.

Ubicación geográfica del área de estudio



Nota: Adaptado de Google eart. y “Geología Aplicada al Diseño de Diques Artesanales (Tapes) y su Incidencia en la Recarga del Acuífero Costero de Manglar alto. Santa Elena. Ecuador”. (pp. 2) por Carrión *et al.* 2020. Researgate.

FASE DE CAMPO

El área de estudio donde se llevó a cabo la fase experimental, comprende un diámetro de 180 m², donde se establecieron los sistemas de gravas o lecho de sustrato y película de nutrientes (NFT) y sus 3 réplicas por cada sistema. La implementación de las réplicas permite reducir el efecto de posibles variaciones causados por el ambiente, aspectos biológicos, técnicas u otros factores sujetas a situaciones ajenas a la investigación en curso.

Cultivo de *D. latifrons*

Se obtuvieron 300 alevines chame de aproximadamente 1.5 - g y 4 - 5 cm provenientes de la empresa “Mundo marino”, ubicada a 265.4 kilómetros de distancia. Una vez obtenidos, se aclimataron durante 30 minutos para el cambio a las piscinas de siembra.

A partir de un periodo de 15 días de adaptación, se inició la toma de datos biométricos considerando talla y peso. La talla, se realizó con un actinómetro, la ganancia de peso, se determinó con una balanza digital, los datos biométricos se midieron cada 15 días, es decir, cada fin de semana, durante los tres meses de experimentación.

Alimentación

Para satisfacer las necesidades nutricionales de los peces que en este caso es el *D. latifrons*. se le suministró alimento balanceado de carácter comercial. siguiendo un riguroso. protocolo propuesto por la empresa Benchmark (2018). quienes utilizan la siguiente Fórmula:

1- Cálculo de biomasa:

$$\text{Biomasa} = (\text{N}^\circ \text{ de peces} * \text{Peso promedio})$$

2-Cálculo de alimento:

$$\text{Alimento} = (\text{tasa de alimentación} * \text{Biomasa})$$

Para la implementación del protocolo para el suministro y racionamiento de alimento. se debe considerar la Tabla.1 de composición y frecuencia en relación al racionamiento de alimento de los peces (Avi paz, 2022).

Tabla 1.

Porcentaje proteína y Frecuencia alimenticia en peces

Etapa de cultivo	Días de cultivo	Peso promedio por animal en g.	Porcentaje de proteínas	Frecuencia de alimentación/día
Levante	0 – 14	0.4 – 8	45%	4
Crecimiento	14 – 62	14-62	38%	3
Pre-engorde	63- 103	110 – 242.5	32%	3
Engorde	104- 140	275 – 402.7	28 - 4 %	2

Nota: Adaptado “Ficha técnica de balanceado comercial tilapia” Avi paz. 2022.

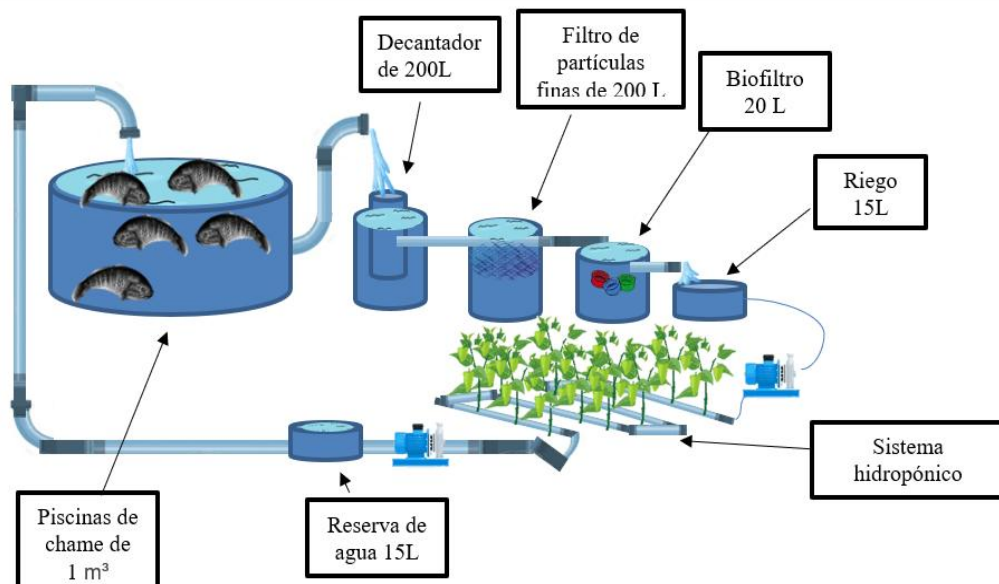
Sistemas acuapónicos

Sistema de Película de nutrientes (NFT)

Para la instalación del sistema de Película de nutrientes (NFT), se dispuso de un tanque de aproximadamente 1 m^3 , conectado a dos recipientes de 200 L cumplieron la función de Filtro mecánico, donde el primer recipiente funcionó como decantador de residuos sólidos, permitiendo que los residuos puedan hidratarse, el segundo recipiente filtró las partículas finas y un tercer recipiente de 20 L como filtro biológico, mediante el uso de bacterias nitrificantes colonizadas en tapas plásticas que se desempeñaron como nicho ecológico. El agua de la piscina de los peces que pasa por los recipientes de decantación y de filtración, se redireccionó hacia el componente hidropónico, el cual se constituyó por un sistema compuesto de cinco tubos PVC con agujeros para el trasplante y desarrollo de las plantas vegetales, donde finalmente a través de las bombas, retorno a la piscina de los peces, cumpliendo un sistema de recirculación cerrada. El sistema acuapónico dispuso de un compresor de aire que oxígeno la piscina de cultivo y el módulo del biofiltro biológico, seguido del uso de piedras difusoras y mangueras de aires conectados al sistema acuícola. Tal como se menciona en (Limón. 2024) (Figura 10).

Figura 10.

Esquema Básico del sistema película de nutrientes (NFT)



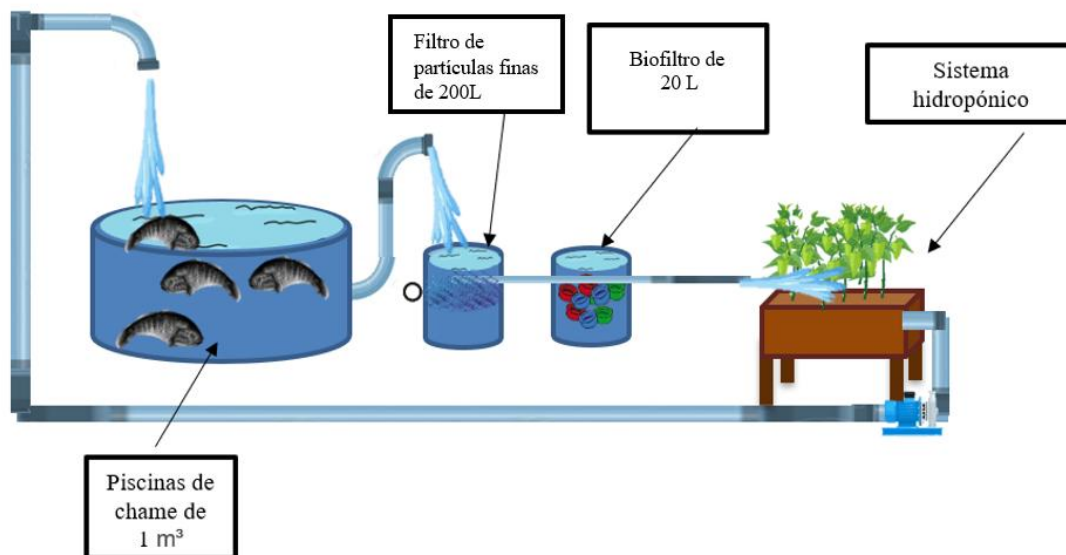
Nota: Se usó tres capas diferentes de mallas de nilón de 50-100. 300-500. 500-700 μm como bioFiltro mecánico. Adaptado de “La acuaponía y las granjas de agro-acuicultura integradas hacen un uso eficiente del agua” por Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018).

Sistema de grava o lecho de sustrato (MBGB)

La unidad de cultivo de peces se conectó a dos recipientes de 200L, donde el primer recipiente dispuso mallas de nilón de tres capas de micromalla de 70, 400 y 700 μm que cumplieron la acción de biofiltro mecánico, impidiendo que las partículas grandes se traspasen en todo el sistema, el segundo recipiente cumplió la función de filtro biológico, conectándose al componente hidropónico. El componente hidropónico estuvo compuesto por una cama de 2x3 m con sustrato de piedra de río, tal como se menciona en (Somerville. 2022) (Figura 11).

Figura 11.

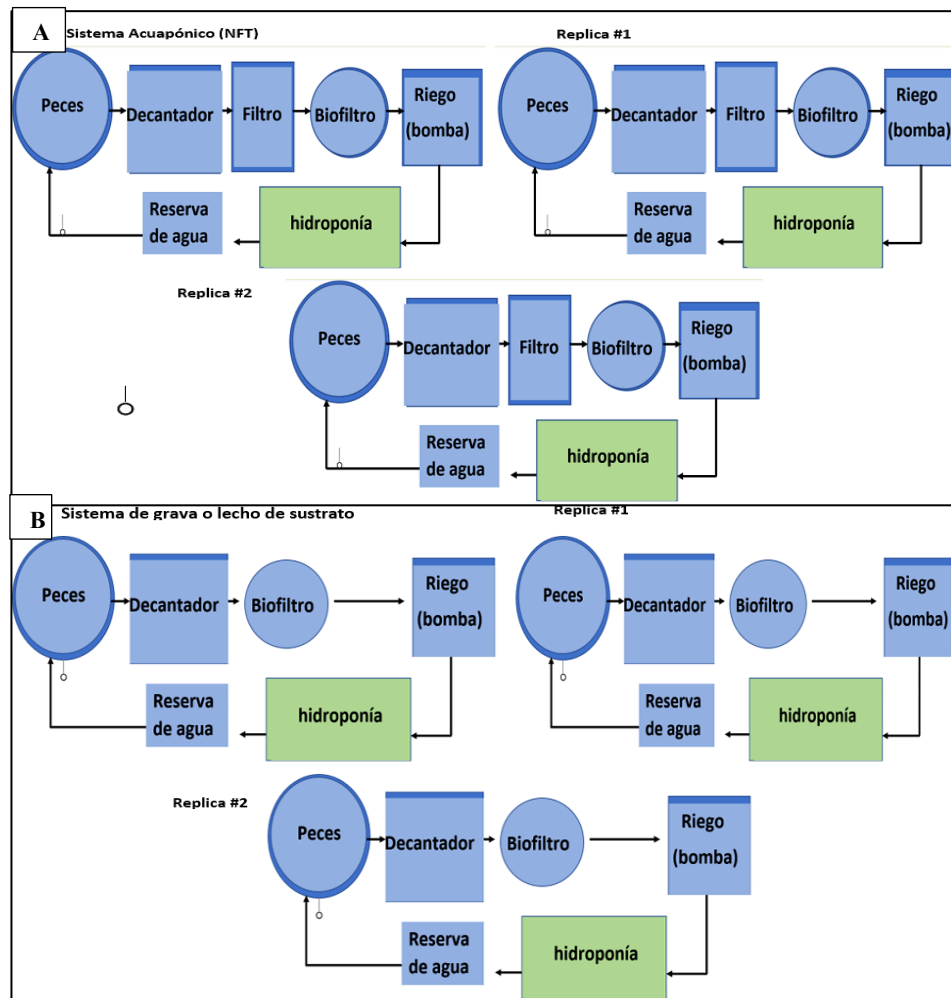
Esquema Básico del sistema de grava o lecho de sustrato



Nota: Adaptado “La acuaponía y las granjas de agro-acuicultura integradas hacen un uso eficiente del agua” por Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018).

Figura 12.

Esquema del sistema acuapónicos y sus respectivas replicas



Nota: Esquema de sistemas acuapónicos A: NFT y B: MBGB. Adaptado “La acuaponía y las granjas de agroacuicultura integradas hacen un uso eficiente del agua” por Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018).

Parámetros físico-químicos

Para asegurar un estado óptimo en las piscinas donde se desarrollaron los peces, se registraron los parámetros físicos tales como temperatura mediante el medidor de la marca ELC TH-0510, oxígeno disuelto usando el oxígemómetro de la marca Do-9100. Para la toma de parámetros químico como el pH, amonio, nitrito y nitrato, se optó por el uso de kits de calidad de agua de la marca API.

Figura 13.

Materiales y equipos para la toma de parámetros físico-químicos



Nota: Adaptado de “Medidor De Oxígeno Disuelto Digital Profesional Do-9100”. “Termohigrómetro con sonda externa” y “Kit para pruebas de calidad de agua” por Avinstrumentos y Acuaticoscanini. <https://avinstrumentos.com> Y <https://acuaticoscanini.com>.

Es importante enfatizar que se realizaron las mediciones físico-químicas considerando los parámetros estándares para la siembra de *D. latifrons*, tal como se muestra en la tabla propuesta por Machuca & Rodríguez, 2022.

Tabla 2.

Parámetros Físico-Químicos del chame - *D. latifrons*

Parámetros	Rango
Temperatura (°C)	21-30
Oxígeno disuelto (mg/L)	5-6.5
pH	6.4 - 9.8
Dureza (mg/L)	391 - 432
Amonio (mg/L)	≤1
Nitrito (mg/L)	0.1

Nota: Adaptado “Crecimiento de chame (*D. latifrons*) bajo tres densidades de siembra. con tecnología Biofloc” por Machuca & Rodríguez. 2022. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Cultivo de *C. annuum* (Plantas)

Se realizó el cultivo de plantas de la especie *C. annuum*, después de 15 días de haber germinado de forma correcta, se dispuso cada planta de forma proporcional al número de los peces, es decir, una relación 1:1 tal como se menciona en (Danner *et al.*, 2019). Para la toma

de datos de las plantas se siguió la metodología propuesta por Valdés *et al.* (2020) que consiste en “longitud del tallo en cm (con cinta métrica), diámetro en la base del tallo en mm (Vernier digital de 0.01 mm de precisión), número de hojas, largo y ancho de cotiledones (con cinta métrica), en cm” (pp.1413).

Bacterias nitrificantes

En la fase experimental. se estableció un periodo de 14 días para que los sistemas de filtración acuapónicos, recircule agua, en ese lapso de tiempo se inoculó con Nitrobacter plus, probiótico que permitió colonizar el medio con bacterias nitrificantes.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Pruebas estadísticas inferenciales

Para el análisis de los datos se utilizaron programas estadísticos especializados. Inicialmente se utilizó el programa Microsoft Excel para organizar, depurar y promediar datos. Posteriormente los datos biométricos (talla y peso) de *D. latifrons* y *C. annuum*, y la eficiencia productiva total obtenidos en cada sistema acuapónico evaluado, fueron analizados mediante el Software Spss.

Los datos obtenidos a partir de tres réplicas por tratamiento ($n = 3$), fueron sometidos a pruebas de normalidad de muestras pequeñas, llamada Shapiro-Wilk, con la finalidad de verificar si cumplían con el supuesto de distribución normal. Una vez confirmado este supuesto, se aplicó la prueba t de Student, debido a la naturaleza y necesidades de los datos. La prueba t de Student permitió comparar medias y determinar si las diferencias observadas fueron estadísticamente diferentes. Luego se realizaron análisis de varianza ANOVA con el propósito de evaluar y reforzar la diferencia en los tratamientos evaluados.

Número mínimo de la muestra

Para obtener datos confiables, se siguió la propuesta de Aguilar Barojas (2005), para el cálculo de número de muestras mínima de ejemplares, empleando al siguiente Fórmula:

Número mínimo de individuos para tomar muestra.

$$n = \frac{(N * Z^2 * p * q)}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

- n: Número mínimo de la muestra.
- N: Población total en el estanque en el momento del muestreo.
- Z: Nivel de Confianza.
- e: Error de estimación Máxima aceptado.
- p: Proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia.
- q: Proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio.

Análisis de crecimiento

Para el análisis de crecimiento de los peces, se usó el Índice de crecimiento específico mencionada por Machuca & Rodríguez (2022), utilizando la Fórmula:

$$IEC = \frac{\ln Pf - \ln Pi}{\Delta t} * 100$$

Donde:

- ln Pf: Logaritmo natural del peso final.
- ln Pi: Logaritmo natural del peso inicial.
- Δt : Periodo de tiempo en días.

1.1.1.1. Incremento de longitud

Para la ganancia en la longitud total del pez, se utilizó la fórmula detallada por Colque. (2020). Se tomo la distancia desde la punta del hocico hasta el extremo de la aleta caudal. Para registrar estos datos, se capturarán fotografías, procurando minimizar el tiempo de manipulación para reducir el estrés, evitando un posible deceso del ejemplar.

$$Ganacia\ de\ longitud\ (cm) = Lf - Li$$

$$Ganacia\ de\ longitud\ (\%) = \frac{Lf - Li}{Lf} * 100$$

Donde:

- Lf: Longitud promedio final (cm).
- Li: Longitud promedio inicial (cm).

Factor de conversión alimenticia (FCA)

La conversión alimenticia se realizó bajo la fórmula descrita por Trelles et al (2019), que se describe como:

$$FCA = \frac{As\ (g)}{I.B\ (g)}$$

Donde:

- As: Alimento suministrado a los peces.
- I.B: Incremento neto de biomasa.

Biomasa

La biomasa se determinó con la Fórmula mencionada por Wiley & Australia (2019) la cual, se conforma de los siguientes elementos:

$$Biomasa = Np * Px$$

Donde:

- Np: Número de peces en los tanques.
- Px: Peso promedio individual de peces.

Supervivencia

Para determinar la supervivencia de *D. latifrons*, una vez concluida la fase de campo, se procedió a utilizar la Fórmula descrita por Noriega *et al.* (2020) que cuenta con los siguientes elementos:

$$Supervivencia = \frac{N^{\circ} PC * 100}{N^{\circ} PS}$$

Donde:

- N° PC: número de peces final.
- N° PS: número de peces inicial.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VEGETALES

Ganancia de altura

Con los datos obtenidos de altura final e inicial se determinó la ganancia de altura en cm y porcentual empleando la Fórmula mencionada por Colque (2020):

$$\text{Ganacia de altura (cm)} = Hf - Hi$$

Donde:

- Hf: Altura final.
- Hi: Altura inicial.

Ganancia de peso

La ganancia de peso se calculó mediante la Fórmula descrita por Miguel A & Rodrigo (2023), se obtuvieron resultados de ganancia de peso en gramos y en porcentaje se calculó a partir de los datos registrados por la báscula, considerando el peso inicial y final, utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Ganacia de peso (gr)} = Pf - Pi$$

Donde:

- Pf: Peso final.
- Pi: Peso inicial.

Biomasa

La biomasa se determinó con la Fórmula mencionada por Wiley & Australia (2019) la cual. se conforma de los siguientes elementos:

$$\text{Biomasa} = Np * Vx$$

Donde:

- Np: Número de vegetales.
- Vx: Peso promedio individual de vegetales.

Supervivencia

Para determinar la supervivencia en los vegetales de pimiento, una vez concluida la fase de campo, se procedió a utilizar la Fórmula descrita por Noriega *et al.* (2020) que cuenta con los siguientes elementos:

$$\text{Supervivencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ PC} * 100}{\text{N}^\circ \text{ PS}}$$

Donde:

- N° PC: número de vegetales cosechados.
- N° PS: número de vegetales sembrados.

EFICIENCIA PRODUCTIVA DE LOS SISTEMAS ACUAPÓNICOS

Para determinar la eficiencia como sistema de crecimiento se empleó la siguiente ecuación según Álvarez *et al.* (2024).

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Cantidad de biomasa producida}}{\text{Superficie del área}}$$

Donde:

- Cantidad de biomas producida se trata de la suma del peso total en kg de las plantas de pimiento y peces obtenido en la fase experimental.
- Superficie del área es la superficie en m² donde se implementará el sistema (10 m²).

RESULTADOS

COMPARACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS DEL SISTEMA NFT Y MBGB

Los parámetros físico-químicos fueron registrados semanalmente durante 13 semanas y posteriormente promediados para cada sistema. El sistema NFT presentó una temperatura media de 26.26 ± 0.34 °C, pH de 7.17 ± 0.17 , oxígeno disuelto (OD) de 6.00 ± 0.34 mg/L, NH_4^+ de 0.34 ± 0.04 mg/L, NO_2^- de 0.16 ± 0.06 mg/L y NO_3^- de 1.08 ± 0.06 mg/L. Por su parte, el sistema MBGB presentó una temperatura media de 26.5 ± 0.31 °C, pH de 7.30 ± 0.07 , OD de 5.89 ± 0.51 mg/L, NH_4^+ de 0.31 ± 0.05 mg/L, NO_2^- de 0.15 ± 0.06 mg/L y NO_3^- de 1.19 ± 0.21 mg/L, evidenciando valores similares entre ambos sistemas (Fábula1 *et al.* 2023).

A pesar de las ligeras variaciones en las variables de temperatura, pH y NH_4^+ , los valores se mantuvieron en los rangos óptimos para el cultivo de *D. latifrons*. No obstante, la concentración de nitrito (NO_2^-) presentó fluctuaciones ligeramente fuera de los rangos recomendados, con valores entre 0.04 a 0.27 mg/L en NFT y 0.06 a 0.28 mg/L en MBGB (Tabla 3).

Tabla 3.

Promedios semanales de parámetros físico-químicos

MUESTREO GENERAL	NFT				MBGB			
	MEDIA	V. MAX	V. MIN	D.E	MEDIA	V. MAX	V. MIN	D.E
T (°C)	26.26	26.7	25.7	0.34	26.5	27.03	25.83	0.31
pH	7.30	7.41	7.12	0.07	7.17	7.62	6.8	0.17
OD (MG/L)	6	6.33	5.26	0.34	5.89	6.55	5.2	0.51
NH4+ (MG/L)	0.34	0.43	0.26	0.04	0.31	0.4	0.23	0.05
NO2- (MG/L)	0.16	0.27	0.04	0.06	0.15	0.28	0.06	0.06
NO3- (MG/L)	1.08	1.53	0.71	0.29	1.19	1.43	0.9	0.21

Nota: La tabla muestra la media final, valor máximo, mínimo y desviación estándar de cada muestreo de ambos sistemas y sus respectivas replica.

Figura 14.

Rangos semanales de temperatura

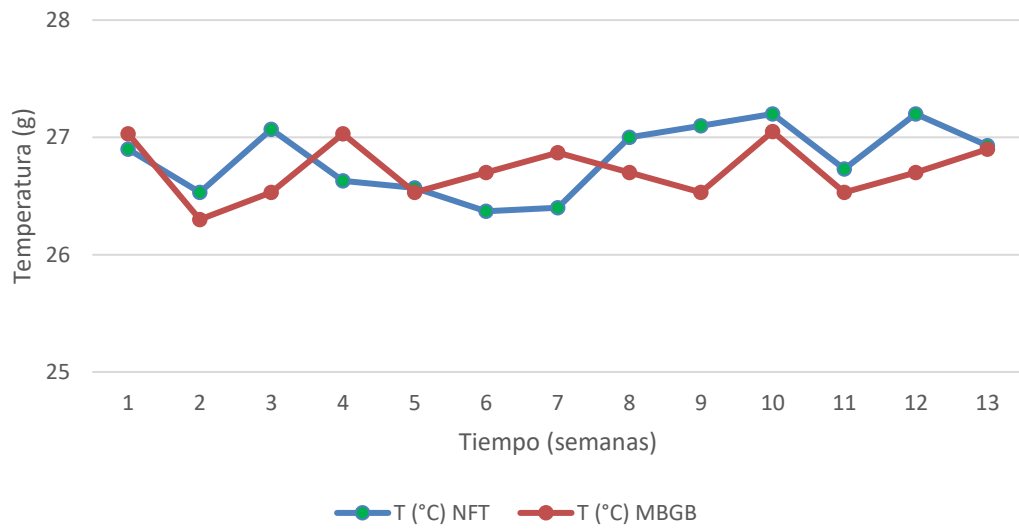


Figura 15.

Rangos semanales de pH

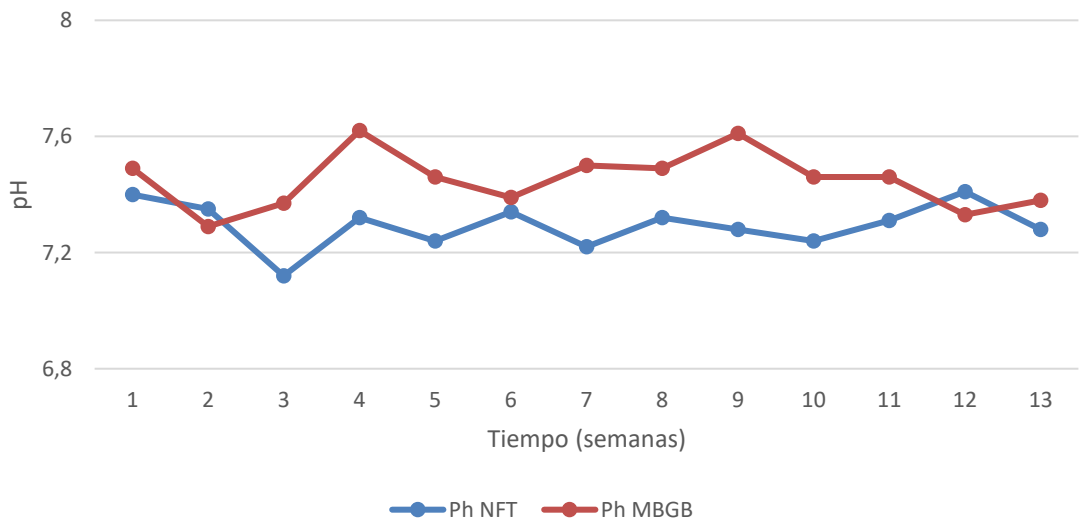


Figura 16.

Rangos semanales de oxígeno disuelto (OD)

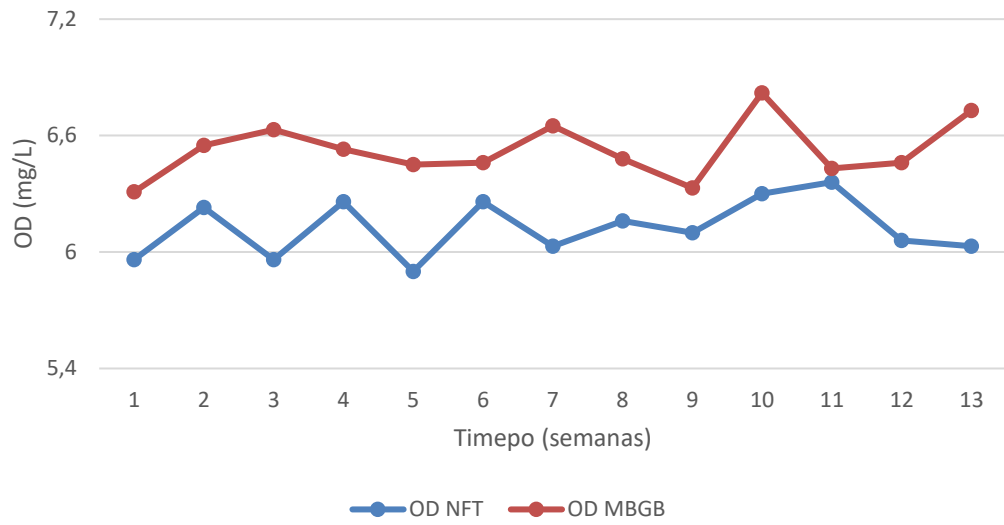


Figura 17.

Rangos semanales de amonio no ionizado (NH_4^+) mg/L

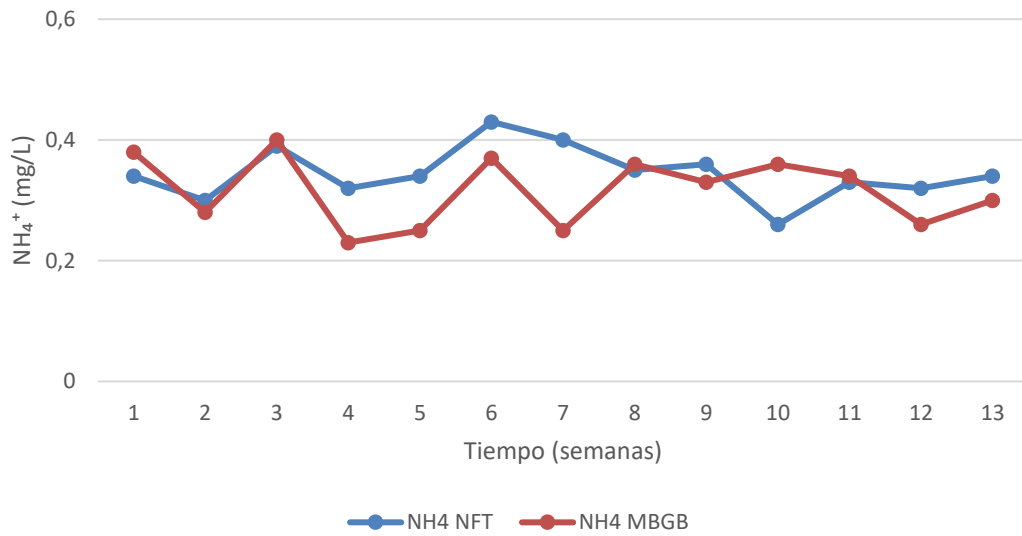


Figura 18.

Rangos semanales de nitrito (NO_2^-) mg/L

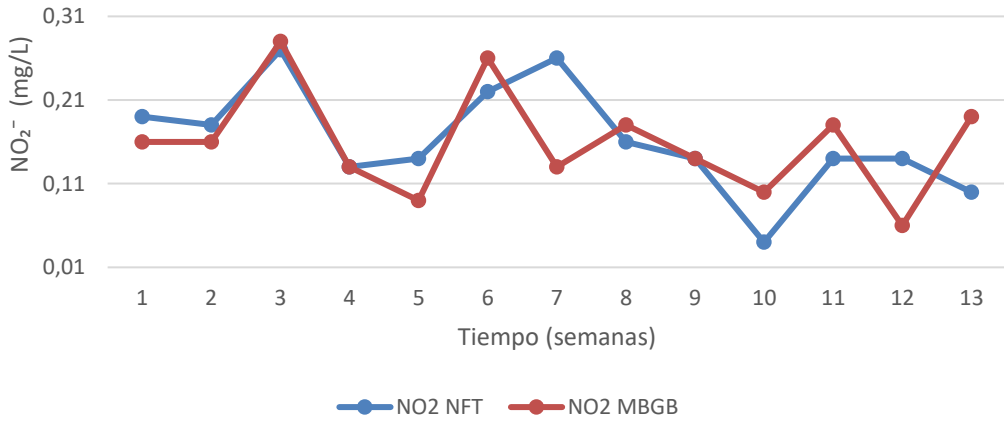
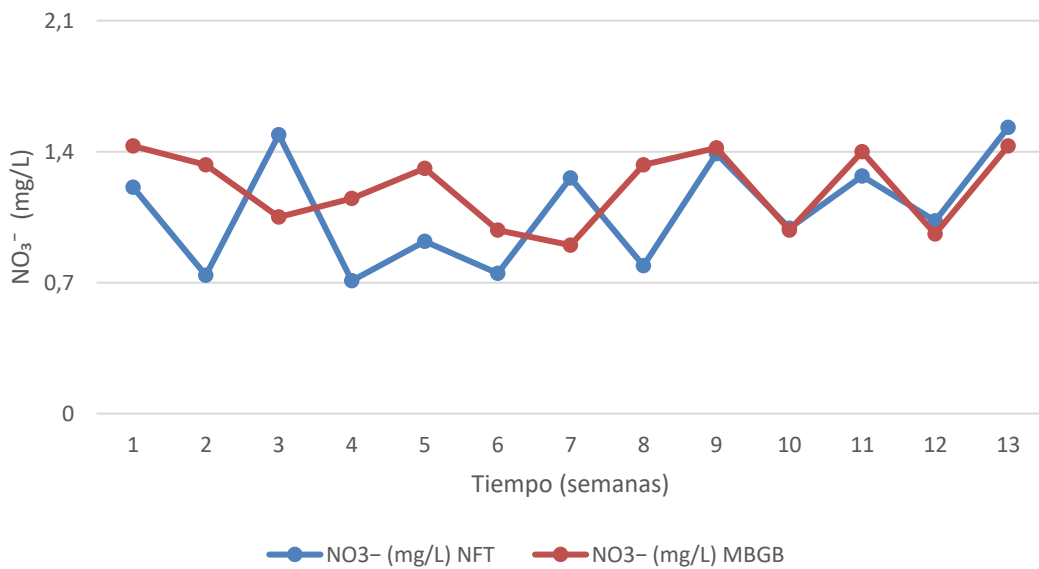


Figura 19.

Rangos semanales de nitrato (NO_3^-) mg/L



ÍNDICE DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO, GANANCIA DE PESO Y BIOMASA DE *D. latifrons*

Índice de crecimiento específico

De acuerdo con la tabla 4, la tasa de crecimiento específico en ambos sistemas fue similar; sin embargo, se observaron ligeras diferencias. En el sistema NFT los valores oscilaron entre 0.83 y 1.88, mientras que el sistema MBGB variaron entre 0.81 y 1.66.

Tabla 4.

Índice de crecimiento específico

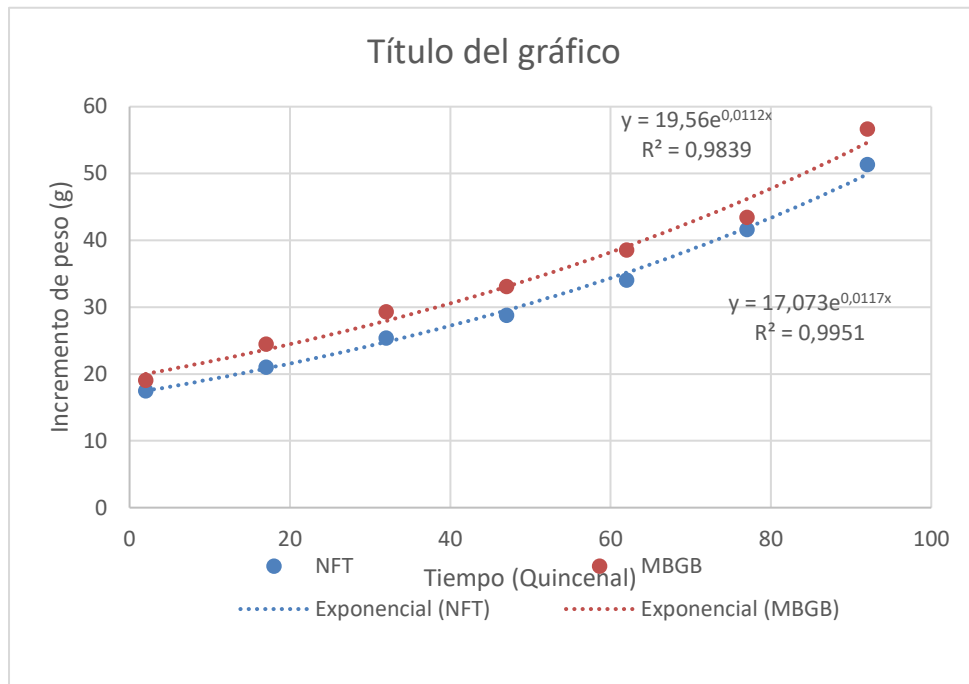
ICE

DÍAS N°	NFT		MBGB	
	Peso Promedio (g)	ICE	Peso Promedio(g)	ICE
2	17.48	0	19.08	0
17	21.02	1.22	24.48	1.66
32	25.39	1.25	29.32	1.2
47	28.77	0.83	33.12	0.81
62	34.04	1.12	38.55	1.01
77	41.65	1.34	43.46	1.3
92	51.35	1.39	56.65	1.56
PROMEDIO		1.19		1.25

La Figura 20 muestra que el peso de *D. latifrons* presentó un incremento progresivo a lo largo del tiempo, con un coeficiente de determinación ($R^2 = 0.99$) en ambos sistemas, NFT y ($R^2 = 0.98$) en MBGB. Este valor indica una alta relación lineal entre la ganancia de peso y el tiempo de cultivo.

Figura 20.

Línea de tendencia de crecimiento de *D. latifrons* ICE



Nota: La presente imagen muestra una relación directamente proporcional del peso y tiempo del sistema NFT Y MBGB.

INCREMENTO DE PESO Y LONGITUD DE *D. latifrons*

Incremento de peso

La Tabla 5 muestra una ganancia de peso de 56.65 g en el sistema MBGB y de 51.35 g en el sistema NFT. El test de normalidad de Shapiro-Wilk indicó que los datos siguieron una distribución normal, con valores de $p = 0.957$ para NFT y $p = 0.883$ para MBGB.

La prueba t de Student no evidenció diferencias significativas en el peso entre los sistemas MBGB y NFT ($t = -1.978$; $p = 0.118$; $gl = 4.059$), resultado que fue consistente con el análisis ANOVA ($F = 3.9$; $gl = 1,4$; $p = 0.118$).

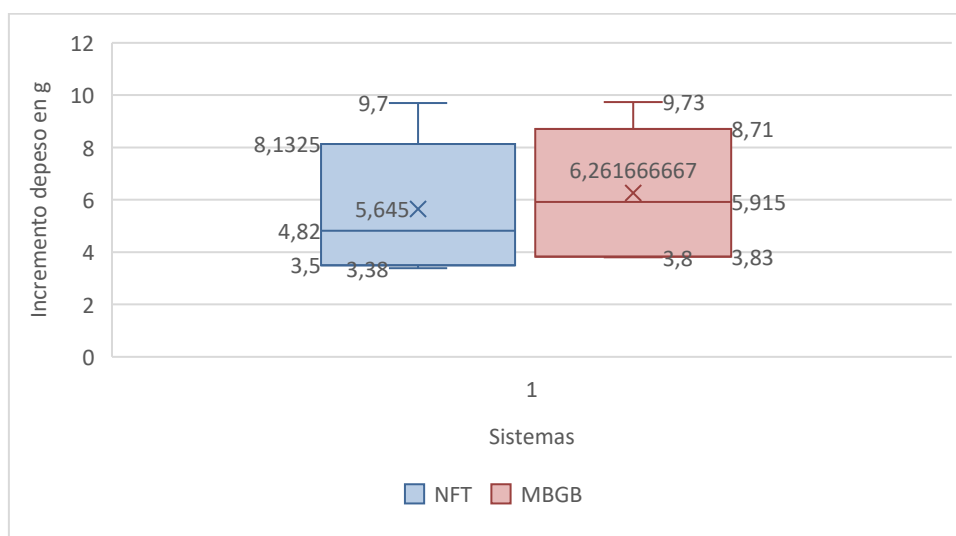
Tabla 5.

Peso promedio e incremento de peso de *D. latifrons*

Incremento de peso				
Días	NFT		MBGB	
Nº	Peso Promedio (g)	Increme nto peso	Peso Promedio(g)	Increme nto peso
2	17.48	0	19.08	0
17	21.02	3.54	25.48	6.4
32	25.39	4.37	29.32	3.84
47	28.77	3.38	33.12	3.8
62	34.04	5.27	38.55	5.43
77	41.65	7.61	46.92	8.37
92	51.35	9.7	56.65	9.73
Promedio. M		5.64		6.26
Promedio. D		0.37		0.4

Nota: El ICE fluctuó entre 3.54 a 5.68g en NFT y 6.4 a 6.08g en MBGB de acuerdo a los registros quincenal.

Figura 21.



Varianza de incremento de peso de *D. latifrons*

Nota: A Pesar de no presentar diferencias estadísticas. El sistema MBGB presenta una ligera tendencia de crecimiento sobre NFT.

Incremento de longitud

La Tabla 6 muestra una longitud promedio de 16.09 cm en el sistema NFT y de 16.54 cm en el sistema MBGB. El análisis de normalidad de Shapiro-Wilk indicó que los datos siguieron una distribución normal ($p = 0.882$ para NFT y $p = 0.941$ para MBGB).

La prueba t de Student no evidenció diferencias significativas en la longitud entre ambos sistemas ($t = -0.961$; $gl = 4$; $p = 0.391$). Estos resultados fueron consistentes con el análisis de varianza (ANOVA) ($F = 0.924$; $gl = 1,4$; $p = 0.391$).

Tabla 6.

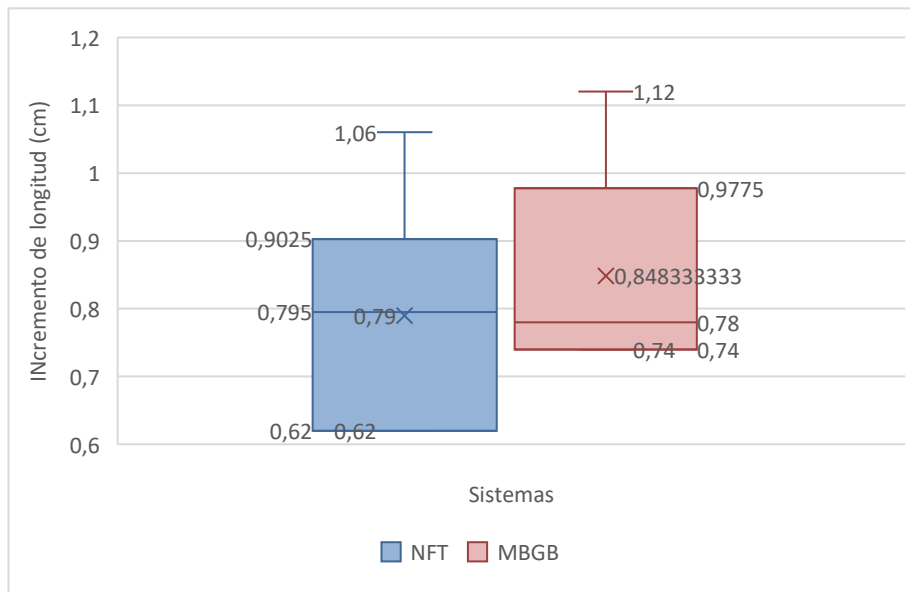
Longitud promedio e incremento de longitud de *D. latifrons*

Incremento de longitud				
Días	NFT		MBGB	
Nº	Longitud promedio	Incremento Longitud	Longitud promedio	Incremento Longitud
2	11.35	0	11.45	0
17	12.18	0.83	12.57	1.12
32	13.24	1.06	13.50	0.93
47	13.86	0.62	14.29	0.79
62	14.48	0.62	15.03	0.74
77	15.24	0.76	15.77	0.74
92	16.09	0.85	16.54	0.77
Promedio. M		0.79		0.84
Promedio. D		0.05		0.05

Nota: La tabla refleja la longitud promedio e incremento de longitud de 0.05 cm en NFT y 0.05 cm y MBGB.

Figura 22.

Varianza de incremento de peso longitud de *D. latifrons*



Nota: A pesar de no presentar diferencias estadísticas. El sistema MBGB presenta una ligera tendencia de crecimiento de longitud.

FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La Tabla 7 muestra los valores del factor de conversión alimenticia (FCA) obtenidos en los sistemas acuapónicos. El sistema NFT presentó un FCA de 1.01, mientras que el sistema MBGB registró un valor de 0.84. Estos resultados indican que el sistema NFT requiere 2.01 g de alimento para producir 1 g de biomasa, mientras que el sistema MBGB requiere 0.84 g de alimento para generar la misma cantidad de biomasa.

Tabla 7.

Factor de conversión alimenticia de los sistemas NFT y MBGB y sus réplicas

	NFT	MBGB
BIOMAS	1333.92	1649.03
ALIMENTO	1818.9	1987.9
FCA	1.36	1.20

SUPERVIVENCIA DE *D. latifrons*

La Tabla 8 muestra una supervivencia de 88 % en el sistema NFT y de 90 % en el sistema MBGB. Estos resultados indican que el sistema MBGB presentó un porcentaje de supervivencia ligeramente superior al sistema NFT.

Tabla 8.

Supervivencia de *D. latifrons* de los sistemas NFT y MBGB

Peso	NFT	MBGB
PI	50	50
PF	44	45
Supervivencia	88%	90%

BIOMASA

Se obtuvo una mortalidad del 10 % en NFT y una mortalidad del 12% en MBGB. Sin embargo, NFT obtuvo una ganancia de biomasa de 1333.92 g, mientras que MBGB obtuvo una ganancia de biomasa 1595.7 g (Tabla 9).

Tabla 9.

Incremento de biomasa por muestreo de *D. latifrons*

Muestra	NFT	MBGB
1	874.33	954.33
2	1051	1224.16
3	1259.05	1433.44
4	1363.45	1580.34
5	1555.99	1811.33
6	1693.29	1989.63
7	2208.25	2550.03
I.B	1333.92	1649.03

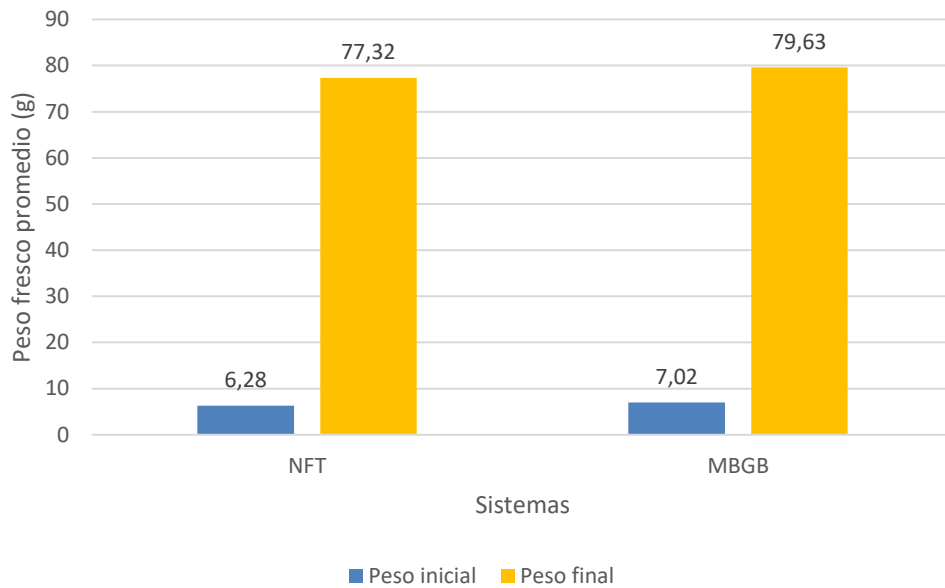
INCREMENTO DE PESO Y LONGITUD DE *C. annuum*

Incremento de peso fresco promedio de *C. annuum*

La Figura 23 muestra que el peso fresco promedio fue de 77.32 g en el sistema NFT y de 79.63 g en el sistema MBGB, con una diferencia de 2.31 g entre ambos sistemas. El test de normalidad de Shapiro-Wilk indicó que los datos siguieron una distribución normal ($p = 0.984$ para NFT y $p = 0.367$ para MBGB). Por su parte, la prueba t de Student no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas ($t = -1.686$; $gl = 4$; $p = 0.167$), resultado que fue consistente con el análisis de varianza (ANOVA) ($F = 2.843$; $gl = 1,4$; $p = 0.167$).

Figura 23.

Peso fresco promedio de *C. annuum* en los sistemas NFT y MBGB

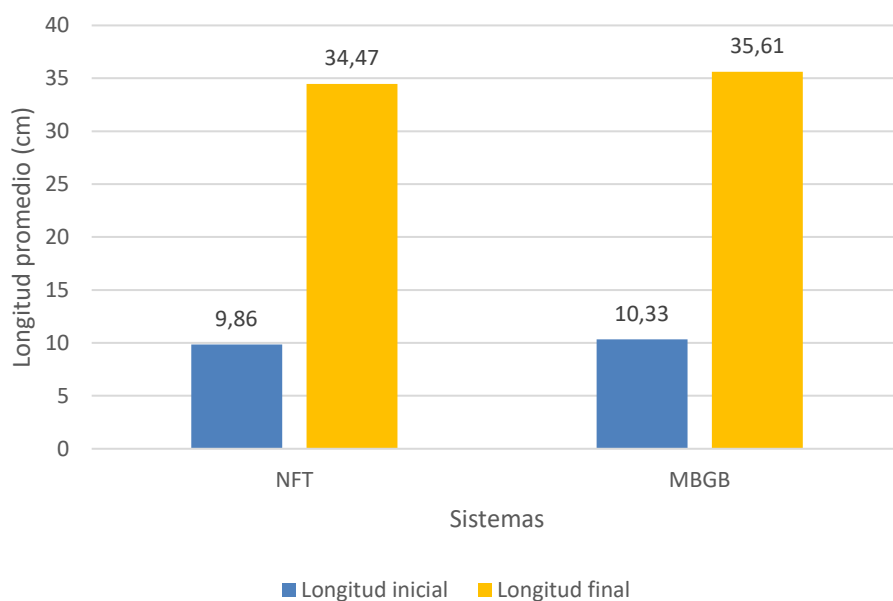


Incremento de longitud de *C. annuum*

La Figura 24 muestra que el incremento de peso de *C. annuum* fue de 34.47 cm en NFT y 35.61 cm en MBGB, con una diferencia de 1.14 g entre sistemas. La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indicó que los datos se ajustan a una distribución normal con un p valor de 0.067 en NFT y 0.766 en MBGB. El análisis t de Student, demostró que no existen diferencias significativas en las medias de longitud ($t = -1.145$, $gl = 4$ y $P = 0.315$), resultados que concuerdan con el análisis de varianza ANOVA ($F = 1.31$; $P = 0.315$).

Figura 24.

Longitud promedio inicial y final de *C. annuum* en los sistemas NFT y MBGB



SUPERVIVENCIA DE *C. annuum*

De acuerdo con la Tabla 10, el sistema NFT presentó una supervivencia promedio de 86 %, mientras que el sistema MBGB registró una supervivencia promedio de 84 %. Estos resultados indican que el sistema NFT presentó un porcentaje de supervivencia ligeramente superior al sistema MBGB.

Tabla 10.

Supervivencia de *C. annuum* de los sistemas NFT y MBGB

Peso	NFT	MBGB
1	50	50
2	43	42
Supervivencia	86%	84%

BIOMASA

A pesar de presentar una mortalidad promedio de entre 86% en el sistema NFT y una mortalidad promedio de entre 84% en el sistema MBGB, se pudo observar una ganancia de biomasa promedio de 3012.26 g en NFT y una ganancia de biomasa promedio de 3019.93 g en el sistema MBGB (Tabla 11).

Tabla 11.

Incremento de biomasa por muestreo de *C. annuum*

Muestra	NFT	MBGB
1	314.07	351.39
2	3326.3	3371.33
I.B	3012.26	3019.93

EFICIENCIA DE SISTEMAS

La eficiencia productiva del sistema MBGB alcanzando una media de 480.79 g/m², mientras que el sistema NFT obtuvo una media de 394.39 g/m². A pesar que *C. annuum* en el sistema MBGB fue menor al sistema NFT. Se pudo evidenciar una diferencia de 86.4 g/m² a favor del sistema MBGB. Debiéndose principalmente a la ganancia de biomasa en *D. latifrons* (Tabla 12).

Tabla 12.

Determinación de eficiencia productiva producida en cada sistema

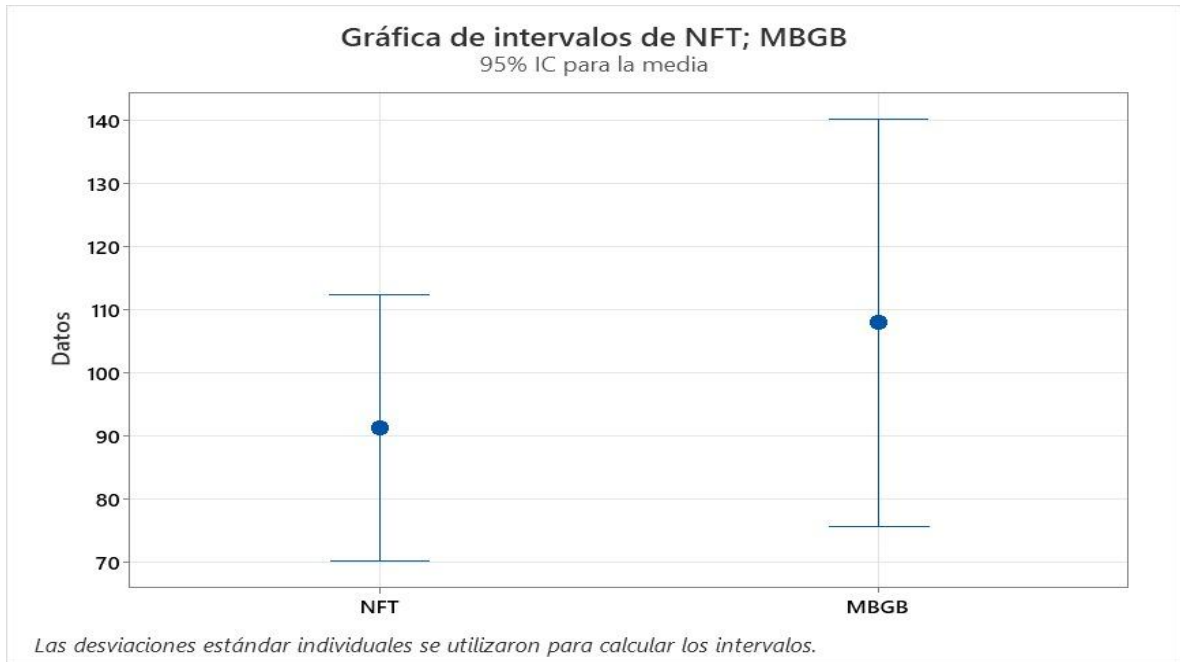
Eficiencia de sistemas		
Sistemas	NFT	MBGB
Biomasa total producida (g)	4346.18	4615.63
Superficie de área (m ²)	11.02	9.6
Eficiencia productiva (g/m ²)	394.39	480.79

De acuerdo con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, se obtuvieron valores de $p = 0.307$ para el sistema NFT y $p = 0.876$ para el sistema MBGB, indicando que los datos siguieron una distribución normal.

La prueba t de Student no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas ($t = -1.65$; $p = 0.174$), resultado que fue consistente con el análisis de varianza (ANOVA) ($F = 2.73$; $p = 0.174$), lo que indica que no existen diferencias significativas en la eficiencia productiva entre ambos sistemas (Figura 25).

Figura 25.

Análisis de varianza de sistemas con 95% de confianza



DISCUSIÓN

En el presente estudio se llevó a cabo un análisis comparativo entre dos sistemas acuapónicos, evaluando los parámetros físico-químicos con el fin de determinar su eficiencia y desempeño productivo en *D. latifrons* y *C. annuum*. Durante la fase experimental, se registró una temperatura promedio de 26.26 ± 0.34 °C en el sistema NFT y de 26.5 ± 0.31 °C en el sistema MBGB, valores superiores a los reportados por Claros y Rodríguez (2020) con 22.3 °C en MBGB y Griffith *et al.* (2023) con 25.14 °C en NFT, e inferiores a los reportados por Laura *et al.* (2021) con 30 °C en NFT y Fábula *et al.* (2023) con 28.4 °C en MBGB. Estas diferencias pueden atribuirse a variaciones en las condiciones ambientales, ya que la temperatura en sistemas acuapónicos está fuertemente influenciada por la radiación solar y la temperatura ambiental (Yasuda y Fuseya, 2025). Considerando que el estudio se desarrolló en la provincia de Santa Elena, caracterizada por un clima tropical seco, donde las temperaturas oscilaron entre 20 y 26 °C durante el periodo experimental (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2025), se puede inferir que las condiciones térmicas fueron adecuadas. A pesar de las ligeras variaciones, no se evidenciaron diferencias significativas, manteniéndose dentro del rango óptimo de 20 a 30 °C para sistemas acuapónicos (Prastowo *et al.*, 2024; Masabni y Sink, 2020).

De forma complementaria, se registró un pH promedio de 7.29 ± 0.07 en el sistema NFT y de 7.45 ± 0.09 en el sistema MBGB, mientras que el oxígeno disuelto (OD) alcanzó valores de 6.00 ± 0.34 mg/L en NFT y 5.8 ± 0.51 mg/L en MBGB, resultados similares a los reportados por Rachana y Jinu (2025) y Yáñez *et al.* (2018). Un pH cercano a la neutralidad favorece los procesos de nitrificación, evitando la acumulación de compuestos tóxicos y promoviendo la estabilidad del sistema (Tyson *et al.*, 2011). Asimismo, el mantenimiento de niveles adecuados de oxígeno disuelto, favorecido por sistemas de aireación, permitió cubrir la demanda metabólica de los peces y la actividad microbiana, coincidiendo con lo señalado por Deer *et al.* (2021).

En cuanto a los compuestos nitrogenados, se registraron valores bajos de NH_4^+ , NO_2^- y NO_3^- en ambos sistemas, lo que evidencia una nitrificación eficiente y un adecuado aprovechamiento de nutrientes por parte de las plantas. El sistema MBGB presentó valores ligeramente menores de amonio y nitrito, lo que sugiere una mayor eficiencia en la biofiltración, atribuida a la presencia del sustrato como nicho bacteriano (Ibrahim *et al.*, 2023). Este comportamiento coincide con estudios recientes que destacan que los sistemas

con medio sólido presentan una mayor capacidad de colonización bacteriana y eficiencia en la transformación del nitrógeno (Prasetiawan *et al.*, 2024). Sin embargo, esta ventaja no se reflejó en un incremento significativo de nitratos, lo cual podría explicarse por una alta tasa de absorción vegetal, evidenciando un equilibrio dinámico entre producción y consumo de nutrientes (Goddek *et al.*, 2015; Tanveer *et al.*, 2024). A pesar de las ligeras diferencias, ambos sistemas se mantuvieron dentro de los umbrales requeridos para un correcto equilibrio acuapónico (Hager *et al.*, 2021).

De acuerdo con los análisis estadísticos de los parámetros morfo-productivos, en la supervivencia de *D. latifrons*, se registraron valores de 88 % en el sistema NFT y 90 % en el sistema MBGB, resultados similares a los reportados por Arteaga *et al.* (2024) y Quiroz *et al.* (2024), quienes atribuyen las pérdidas principalmente a factores de estrés inicial como el choque térmico y la heterogeneidad en las tallas. Estas condiciones también se evidenciaron en las primeras semanas del presente estudio.

El índice de crecimiento específico (ICE) presentó valores de 1.19 % en NFT y 1.25 % en MBGB durante 92 días, resultados similares a San *et al.* (2021) y Outa *et al.* (2025). Las ligeras diferencias a favor del sistema MBGB pueden estar relacionadas con una mayor estabilidad del sistema como biofiltro, favoreciendo una mejor asimilación de nutrientes durante las primeras etapas de crecimiento. No obstante, al no encontrarse diferencias significativas, se confirma que ambos sistemas proporcionan condiciones adecuadas para el desarrollo de la especie.

Respecto a los parámetros zootécnicos, el peso promedio alcanzado fue de 51.35 g en NFT y 56.65 g en MBGB, con tasas de crecimiento de 0.37 y 0.40 g/día, respectivamente. Estos resultados reflejan la influencia de factores como la especie, factores ontogénicos, la densidad de siembra y la duración del experimento. En este sentido, *D. latifrons* presenta un crecimiento más lento en comparación con especies como *Oreochromis niloticus*, lo que explica las diferencias observadas en la literatura (Vargas-Ceballos *et al.*, 2024).

Cabe destacar que la longitud constituye un indicador más estable del crecimiento somático en peces, debido a que presenta menor variabilidad frente a factores externos como la alimentación o el estado fisiológico en comparación con el peso (Weatherley y Gill, 1987; Jobling, 1994). En este sentido, la similitud observada en la longitud entre ambos sistemas refuerza la evidencia de que no existieron diferencias reales en el crecimiento estructural de

los organismos, aun cuando el peso mostró ligeras variaciones. Este comportamiento ha sido reportado en sistemas acuapónicos, donde el crecimiento lineal tiende a ser menos sensible a variaciones ambientales que el crecimiento en biomasa (Timmons y Ebeling, 2010).

El factor de conversión alimenticia (FCA) fue de 1.36 en NFT y 1.20 en MBGB, superior a Rharrhour *et al.*(2025) y Shaw *et al.* (2022) e inferior a Vargas (2024) y Rajasekar & Tanveer (2022), indicando una alta eficiencia en la utilización del alimento. Este comportamiento puede atribuirse a un adecuado manejo del sistema y a condiciones ambientales favorables. Estudios como los de Aziz *et al.* (2021) señalan que un FCA bajo está asociado a una mayor eficiencia productiva, influenciada por factores como la frecuencia de alimentación, la densidad de siembra y las características genéticas.

En cuanto a *Capsicum annuum*, la supervivencia fue de 86 % en NFT y 82 % en MBGB. Estas diferencias pueden estar asociadas a factores ambientales, especialmente al aumento de temperatura en el sistema NFT debido a la exposición de los tubos de PVC, lo que puede generar estrés fisiológico en las plantas (Yachyav et al., 2024). Además, estudios recientes indican que en sistemas NFT, el flujo y tiempo de retención hidráulica influyen directamente en la absorción de nutrientes (Wallace-Springer et al., 2022), lo que podría explicar variaciones en el rendimiento vegetal.

Los parámetros biométricos mostraron una longitud promedio de 34.47 cm en NFT y 35.66 cm en MBGB, así como un peso fresco de 77.32 g y 79.63 g, respectivamente. Aunque estos valores son inferiores a Jaswanth *et al.* (2025) y Santos (2022), pueden estar influenciados por la disponibilidad de nutrientes, especialmente nitratos, los cuales son esenciales para la síntesis de clorofila y proteínas (Shah *et al.*, 2024). En este contexto, niveles moderados de nitrato pueden limitar el crecimiento vegetal sin comprometer la estabilidad del sistema.

Finalmente, la eficiencia productiva fue mayor en el sistema MBGB (480.79 g/m²) en comparación con NFT (394.39 g/m²). Aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa, sugiere una ligera ventaja del sistema MBGB, posiblemente asociada a su estructura y capacidad de biofiltración. Estudios recientes han demostrado que sistemas con mayor retención de sólidos y mejor filtración pueden optimizar la disponibilidad de nutrientes y mejorar la interacción entre peces y plantas (Gregersen et al., 2024; Ahmadi et al., 2024; Subashini *et al.*, 2025). Asimismo, la optimización del flujo de agua y la dinámica

del sistema son factores clave en la eficiencia productiva, independientemente del tipo de sistema utilizado (Itongwa et al., 2026).

CONCLUSIÓN

Se determinó que los parámetros físico-químicos evaluados, incluyendo temperatura, pH, oxígeno disuelto, amonio, nitrito y nitrato, se mantuvieron estables durante la fase experimental en ambos sistemas acuapónicos. Aunque se evidenciaron ligeras variaciones entre el sistema NFT y el sistema MBGB, estos valores se mantuvieron dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de *D. latifrons* y *C. annuum*, garantizando condiciones adecuadas para el funcionamiento del sistema. Esta estabilidad permitió un adecuado equilibrio entre los componentes biológicos, reflejado en altas tasas de supervivencia en ambas especies.

El rendimiento productivo de *D. latifrons* evidenció valores adecuados de crecimiento en términos de peso, longitud, índice de crecimiento específico y biomasa, coherentes con el ciclo biológico de la especie. Aunque el sistema MBGB presentó valores ligeramente superiores en la mayoría de los parámetros productivos, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, lo que indica que ambos sistemas ofrecen condiciones similares para el desarrollo del organismo. Asimismo, el factor de conversión alimenticia (FCA) mostró valores bajos en ambos sistemas, reflejando una alta eficiencia en la utilización del alimento.

En el caso de *C. annuum*, los resultados de crecimiento en peso fresco y longitud indicaron un desarrollo vegetal adecuado en ambos sistemas. Si bien el sistema MBGB presentó valores ligeramente superiores en los parámetros morfo-productivos, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas, lo que sugiere que ambos sistemas son igualmente eficientes para el cultivo vegetal bajo condiciones controladas.

El análisis comparativo de los sistemas permitió determinar que tanto el sistema NFT como el sistema MBGB son eficientes en términos de productividad. Aunque el sistema MBGB presentó mayor eficiencia productiva en cuanto a biomasa total, esta diferencia no fue significativa en términos estadísticos. Esto indica que ambos sistemas poseen una capacidad productiva comparable, siendo funcionalmente equivalentes bajo las condiciones evaluadas.

Finalmente, los análisis estadísticos inferenciales confirmaron que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los sistemas NFT y MBGB en los parámetros evaluados. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, concluyendo que ambos sistemas acuapónicos son alternativas viables, eficientes y sostenibles para la producción integrada

de *Dormitator latifrons* y *Capsicum annuum*. Las ligeras ventajas observadas en cada sistema pueden atribuirse a sus características estructurales, donde el sistema NFT favorece la oxigenación y circulación de nutrientes, mientras que el sistema MBGB proporciona una mayor superficie para la biofiltración, contribuyendo a la estabilidad del sistema.

RECOMENDACIÓN

Se sugiere extender el periodo experimental en futuras investigaciones para obtener resultados más representativos y evaluar con mayor precisión la productividad, ya que periodos más largos favorecen la estabilidad del sistema y crecimiento de plantas y peces.

Se recomienda un periodo de maduración biológico no menor a tres semanas para favorecer la colonización y estabilidad de las bacterias nitrificantes, garantizando así la eficiencia del proceso de nitrificación en el sistema acuapónico.

Es necesario ajustar dietas y alimento balanceado acorde a los requerimientos nutricionales de la especie de cultivo, para optimizar el crecimiento y reducir la carga de desechos metabólicos, contribuyendo así al equilibrio del componente acuícola.

Es fundamental establecer monitoreos rigurosos en los parámetros físico-químicos del agua, especialmente en climas cálidos. Esto permitirá mantener condiciones óptimas en los peces y plantas, garantizando la estabilidad y eficiencia del sistema.

Se recomienda implementar alternativas más eficientes de filtración mecánica y biológica, con el objetivo de mejorar la remoción de sólidos suspendidos y optimizar los procesos de nitrificación. Esto contribuirá a una mejor gestión de los desechos metabólicos y a un incremento en la eficiencia productiva de los sistemas acuapónicos.

Asimismo, implementar otras especies vegetales adaptadas a condiciones de altas temperaturas y monitorear constantemente su desarrollo fisiológico, con el fin de asegurar una adecuada absorción de nutrientes y maximizar el rendimiento productivo del componente hidropónico.

REFERENCIAS

- Abdissa, B., Gete, M., & Muluneh, E. (18 de Septiembre de 2025). Evaluación del flujo de nutrientes a través de sistemas acuapónicos de lecho de sustrato y flujo de medios. *Aquaculture, Fish and Fisheries*, 1-15. doi:Aquaculture, Fish and Fisheries
- Acosta Moran A, V.-V.-V.-R. K.-Z. (2023). Efecto de la salinidad en el crecimiento de juveniles *dedormitator latifrons*(Richardson, 1844). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 9. doi:10.19136/era.a10n3.3754
- Ahmadi, S. Z., B. Z., Ghorbanpour, M., & Mumivand, H. (2024). Respuestas morfo-fisiológicas y bioquímicas comparativas de plantas de *Capsicum annuum* L. a la exposición a nanotubos de carbono de paredes múltiples, fullereno C60 y nanoplaquetas de grafeno bajo estrés por déficit hídrico. *BMC Plan biology*, 19. doi:10.1186/s12870-024-04798-y
- Ali, T., Rehman, S. U., Ali, S., Mahmood, K., Obregón, S. A., Iglesias, R. C., . . . Ashraf, I. (2024). *Agricultura inteligente: uso del aprendizaje automático y el aprendizaje profundo para la identificación del estrés por sequía en los cultivos*. informe científico . doi:doi.org/10.1038/s41598-024-74127-8
- Álvarez, M. E., Zerpa, M., Bohórquez, G., & Crispo, C. (19 de Junio de 2024). Diseño y construcción de un sistema acuapónico a pequeña escala para la producción de alimentos. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 11. Recuperado el 14 de Junio de 2025, de https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/papers/Contribution_891_final_a.pdf
- Aréchiga-Palomera, M. A., Nieves-Rodríguez, K. N., Chong-Carrillo, O., Nolasco-Soria, H., Peña-Marín, E. S., Álvarez-González, C. A., . . . Vega-Villasante, F. (2022). *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844), un dormilón gordo del Pacífico, pero delgado en la investigación: un estudio cuantitativo. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 50, 10. doi:10.3856
- Ariffa, R., & Sheng, C. K. (Septiembre de 2021). Características de grabado del adelgazamiento de oblea si en solución binaria HF/H2O para. *Digest de Nanomateriales y Bioestructuras*, 810. Recuperado el 14 de Enero de 2025
- Ariyomo, T. O., Bayode Paul Omobepade1, D. B., Olasunkanmi, J. B., Fabusoro1, A. A., & Jimoh, J. O. (1 de Septiembre de 2024). Impacto del Color del Tanque de Cultivo en el Comportamiento y Crecimiento de la Tilapia del Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 13(3), 9. doi:10.20473/jafh.v13i3.49043
- Arrieta, J. M. (2023). *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2025, de Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9829.pdf>
- arteaga, A. S., Viegas, I., Palma, M., Dantagnan, P., Valdebenito, I., Villalobos, E. F., . . . Heyser, C. (2024). Impacto del aumento de las temperaturas sobre las respuestas neuroendocrinas y moleculares del músculo esquelético y el hígado en los peces: una revisión exhaustiva. *Elsevier*, 15. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102448>
- Avi paz. (2022). *avipaz.com*. Recuperado el 11 de Enero de 2025, de [avipaz.com: https://avipaz.com/ec/gran-tilapia/](https://avipaz.com/ec/gran-tilapia/)
- Belavi, A. M. (2021). *Programa Nacional de valor agregado, agroindustria y bioenergía Proyecto Disciplinario "Contribución al desarrollo acuícola sostenible"* . Técnico , Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos aires . Recuperado el 3 de Enero de 2026, de

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-san-agustin-de-arequipa/analisis-literario/modulo-6-acuaponia-en-pequena-escala/54834106?utm>

- Benchmark company. (2018). *Folleto técnico, puntos claves para la producción eficiente de tilapia*. Folleto Técnico, Spring Genetics, Sinaloa. Recuperado el 11 de Enero de 2025, de https://bmkgenetics.com/wp-content/uploads/2021/05/Technical_Manual_Tilapia_Fingerlings_Spanish-1.pdf
- Bhat, I. A., Rather, M. A., Ahmad, I., Ahmad, I., Mir, I. N., & Hussna. (2025). Impacto de los factores abióticos cambiantes en la acuicultura sobre la reproducción y cría de peces: una revisión. *Blue Biotechnology*, 2(3), 14. doi:<https://doi.org/10.1186/s44315-025-00027-9>
- Carrión-Mero, P., Morante-Carballo, F., Varas, M., HerreraFranco, G., Briones-Bitar, J., J. M.-H., & Fajardo-González, I. (2020). Geología Aplicada al Diseño de Diques Artesanales (Tapes) y su Incidencia en la Recarga del Acuífero Costero de Manglaralto, Santa Elena, Ecuador. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 12. Recuperado el 29 de Diciembre de 2024, de <https://www.researchgate.net/publication/344968281>
- Castro, L. B. (2022). *Respuesta bioproductiva de alevines de (Dormitator latifron)*. Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Quevedo, Ecuador. Recuperado el 19 de Enero de 2026, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a2d53ada-7e76-4439-9533-89fe7a349840/content>
- Channa, A. A., Munir, K., Hansen, M., & Tariq, M. F. (8 de Febrero de 2024). Optimización de sistemas de acuaponía a pequeña escala mediante inteligencia artificial e IoT: estado actual, desafíos y oportunidades. *Enciclopedia*, 4(1), 24. doi:<https://doi.org/10.3390/encyclopedia4010023>
- Cifuentes, A. A., Leguizamón, A. K., Zambrano, J. A., & Landines, M. A. (31 de Octubre de 2023). Factores clave y tendencias en los sistemas acuapónicos. *Reed Med Vet Zoor*, 2. Recuperado el 17 de Julio de 2025, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v70n3/0120-2952-rfmvz-70-03-e8.pdf>
- CIPAC AIP. (2024). *Acuaponía: Una Guía Completa para la producción Sostenible de alimentos*. Técnico, centro de investigación y producción en ambiente controlado AIP, Panamá. Recuperado el 4 de Enero de 2026, de <https://cipac.org.pa/wp-content/uploads/2024/11/curso-de-acuaponia-final.pdf>
- Claros, C. A., & Rodríguez, Y. C. (2020). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua de un sistema acuapónico para la producción de cachama blanca *Piaractus brachipomus*, fresa *Fragaria vesca* y albahaca *Ocimum basilicum* en la Fundación Universitaria de Popayán*. Fundación Universitaria de Popayán-Facultad de Ciencias Económica, Administrativas y Contables-Administración de Empresas Agropecuarias, Popayán, Colombia. Recuperado el 29 de Enero de 2026, de <https://fupvirtual.edu.co/repositorio/files/original/3ed80254a58a5458d49e587767c60c3362521df9.pdf>
- Colin, S., Teoh, C. Y., & Ooi, A. L. (26 de Febrero de 2024). Acuaponía vs. Sistema de recirculación de acuicultura: evaluación de la productividad y el agua Eficiencia en el uso de especies de peces autóctonas Empurau (Tor tambroides) y Jalawat (*Leptobarbus hoevenii*) En comparación con la tilapia híbrida roja. *Sains Malaysiana*, 748. doi:<http://doi.org/10.17576/jsm-2024-5304-02>
- Colque, R. R. (2020). Determinación del factor de conversión alimentaria y crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) bajo diferentes densidades y niveles de alimentación en estanques artificiales en Llaullini, La Paz. *bolivianas*, 1821. Recuperado el 14 de Enero de 2025, de http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/apt/v6n1/v6n1_a08.pdf

- Cuencas, L. F., & Ramírez, S. L. (2024). *Acuaponia cultivos del pasado para la alimentación del futuro*. Científico, Academia Mexicana de Ciencias (AMC). Recuperado el 11 de Enero de 2026, de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/75_4/PDF/05_75_4_1467.pdf
- Danner, R. I., Mankasingh, U., Anamthawat-Jonsson, K., & Thorarinsdottir, R. I. (13 de Octubre de 2019). Diseñando sistemas de producción acuapónica para su integración en la agricultura bajo invernadero. *Water*, 21. doi: doi:10.3390/w11102123
- Deer, C., Hu, B., Dunn, B., & Dusci, J. (2021). *Nitrificación y mantenimiento en acuaponía con cama de sustrato (media bed)*. Técnico, Servicio de Extensión Cooperativa de Oklahoma, División de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. Recuperado el 30 de Enero de 2026, de https://www.researchgate.net/publication/355675688_Nitrification_and_Maintenance_in_Media_Bed_Aquaponics
- Elsbaay, A. M., Ismail, N. K., Karawyal, M. Y., Ragab, A. M., & Kassem, M. M. (2025). Análisis del rendimiento del sistema acuapónico para la producción de lechuga longifolia en diferentes medios de crecimiento. *Scientific reports*, 11. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-025-97095-z>
- Fabula, J.-R. G., Gavino, H. F., Sace, C. F., Cinense, M. M., Sica, E. V., & Abucay, J. S. (1 de Mayo de 2023). Condiciones de cultivo y productividad del sistema en un sistema acuapónico de circuito cerrado bajo densidades de siembra variables. *Journal of Ecological Engineering*, 24(6), 15. doi:<https://doi.org/10.12911/22998993/162210>
- Fábula1, J.-R. G., Gavino, H. F., Sace, C. F., & Cinese, M. M. (01 de Mayo de 2023). Condiciones de crecimiento y productividad del sistema en un sistema. *Revista de Ingeniería Ecológica*, 25-39. doi:<https://doi.org/10.12911/22998993/162210>
- Gichana, Z. (22 de Marzo de 2024). Calidad del Agua y Rendimiento de Crecimiento de la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), Chía (*Salvia hispanica*) y Hierba Limón (*Cymbopogon citratus*) en un Sistema Acuapónico Basado en Medios (Sustrato). *Asian Journal of Biology*, 20(5), 12-22. doi:DOI: 10.9734/AJOB/2024/v20i5402
- Giler, J. S., & Saltos, J. L. (2022). Método hidropónico en la producción del cultivo de cilantro. *Sinapsis*, 1, 11. Recuperado el 24 de Julio de 2025, de <https://revistas.itsup.edu.ec/index.php/sinapsis>
- Goddek, S., Joyce, A., & Kotzen, B. (2020). Acuaponía Sistemas de producción de alimentos-Acuicultura combinada e hidroponía Tecnologías de producción para el futuro. *Springer Open*, 10. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6>
- Godzieba, M., Hliwa, P., & Ciesielski, S. (28 de Diciembre de 2024). Red de bacterias nitrificantes en biofiltros de acuarios: una cooperación inquebrantable entre *Nitospira comammox* y arqueas oxidantes de amoníaco. *Water*, 20. doi:<https://doi.org/10.3390/w17010052>
- Gómez, E. H. (2010). *Nutrición de Pimiento (Capsicum annum L. cv. Dársena) en Función de la Proporción de NO₃⁻:NH₄⁺ y la Concentración de~ en la Solución Nutritiva en Condiciones de Invernadero*. centro de investigación en química aplicada-programa de maestría en ciencias en agroplasticultura, Saltillo-Coahuila, México. Recuperado el 3 de Febrero de 2026
- Grados, J. H., Rubiños, S. L., Salazar, A. O., Gallegos, E. N., Jiménez, L. A., Rivera, R. J., & Pérez, M. A. (1 de Octubre de 2024). Control de un sistema acuapónico para mejorar el rendimiento de las grises Cultivo de tilapia y lechuga. *revista internacional de ingeniería electrica eh informatica (IJECE)*, 15, 1-2. doi:DOI: 10.11591/ijece.v15i1.pp505-519
- Gregersen, K. J., Olsson, P., Pellicer-Nàcher, C., & Pedersen, B. (12 de Diciembre de 2024). Efecto del tamaño de la malla del filtro de tambor en la calidad del agua del RAS. *Ingeniería*

- Griffith, M. A., Buss, G. P., Carroll, P. A., Yang, X., Jr., J. L., Papkov, G., . . . Singh, A. K. (30 de Agosto de 2023). El desempeño comparativo de la Técnica de Película Nutriente (NFT) y el método de Cultivo en Agua Profunda (DWC) de la hidroponía para la tecnología GREENBOX. *Agriculture Sciences*, 13. doi:DOI: 10.4236/as.2023.148074
- Guerra-Centeno, D., Guerra-Burmester, P., Valdez-Sandoval, C., Gómez-Chacón, A., Pérez-Julián, S., Noriega-Huertas, J. M., & León, L. R.-d. (Octubre de 2024). Supervivencia y productividad de alfalfa (medicago sativa) en torres hidropónicas artesanales. *Ciencia latina internacional*, 8(5). doi: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13714
- Hager, J., Bright, L. A., Dusci, J., & Tidwell, J. (2021). *Manual de Producción en Acuaponía*. Técnico. Recuperado el 31 de Enero de 2026, de https://www.researchgate.net/publication/355972997_A_Practical_Handbook_for_Growers_AQUAPONICS_Production_Manual
- Hao, Y., Ding, K., Xu, Y., Tang, Y., Liu, D., & Li, G. (21 de Septiembre de 2020). Estados, tendencias y futuro de la investigación en acuaponía. *Sustainability*, 14. doi:10.3390/su12187783
- Heise, J., Müller, H., Probst, A. J., & Meckenstock, R. U. (5 de Febrero de 2021). La eliminación de amonio en acuaponía indica la participación de ComammoxNitrospira. *Microbiología Ambiental y Biotecnología, Universidad de Duisburg-Essen, Universitätsstr. 5, 45141 Essen, Alemania*, 10. doi:doi.org/10.1007/s00284-021-02358-3
- Hernandez, B. C., & Hernández, B. D. (2023). *acuapónicos con tilapia (oreochromis niloticus) y tomate (solanum lycopersicum) en la granja acuícola de la universidad nacional agraria en el periodo de julio a octubre del año 2022*. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado el 31 de Enero de 2026, de https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnm01o48.pdf?utm_source
- Herrera, A. G. (2023). *Cómo filtrar agua usando filtro lento de arena*. Educativo, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México. Recuperado el 24 de Julio de 2025, de <https://www.imta.gob.mx/gobmx/DOI/ecoagua/ecoagua-purificar-agua-filtro-lento-arena.pdf>
- Ibrahim, L. A., Hashim, M. A., Shaghale, H. M.-H., Elsadek, E. A., & Hamoud, Y. A. (2023). Una revisión integral de los usos múltiples del agua en la agricultura integrada con la acuicultura basada en experiencias internacionales y nacionales. *Water*, 3 -18. doi:10.3390/w15020367
- Integral Aquiculture consulting S.A.C. (2023). *Informe técnico de la producción del sistema acuaponico en la zona piloto de huacho*. Técnico, Integral Aquiculture consulting S.A.C. Recuperado el 11 de Enero de 2026, de <https://repositorio.profonanpe.org.pe/bitstream/handle/20.500.14150/2432/Producci%C3%B3n%20de%20sistema%20acuaponico.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2025). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)*. Recuperado el 16 de Marzo de 2026, de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI): <https://servicios.inamhi.gob.ec/clima/>
- Jácome-Gómez, J. R., Salcán-Sánchez, E. J., Cruz-Chicaiza, M. d., Jácome-Gómez, L. R., & Martínez-Sotelo, M. C. (21 de Septiembre de 2021). Caracterización productiva del chame (dormitator latifrons) bajo tratamientos de siembras sexados. *Dominio de las ciencias*, 7(5), 856-869. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2286>
- Jaswanth, B. K., Reddy, P. V., & Chadipiralla, K. (2025). Evaluación de los Parámetros de Crecimiento del Chile en Hidroponía utilizando la Técnica de Película Nutriente (NFT): Una Alternativa Sostenible y Eficiente a la Agricultura Tradicional. *Revista de Investigación en*

- Java, A. S., Haetami, K., & Agustín, T. R. (2025). Aplicación de la tecnología de burbuja fina en la acuicultura para Mejora de la absorción de nutrientes: una revisión de la literatura . *Revista de Ciencias de la Acuicultura Tropical*, 181-188. doi:DOI: 10.14710/sat.v9i2.28538
- Kim, M. K., Jeong, H. B., NariYu, Park, B. M., Chae, W. B., Lee, O. J., . . . Kim, S. (2023). Comparative heat stress responses of three hot pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes differing temperature sensitivity. *Nature report* , 11. Recuperado el 29 de Diciembre de 2024, de doi.org/10.1038/s41598-023-41418-5
- Kubitza, F. (2022). *Sistemas de Recirculación en la acuicultura. Parte 3 - Calidad del agua en los RAS: seguimiento y corrección*. técnico, Sociedad Venezolana de Acuicultura (SVA), caracas. Recuperado el 10 de Enero de 2026, de <https://svacuicultura.org/wp-content/uploads/2024/03/Revista-El-Acuicultor-SVA-Issue-12-Vol.-3-N%C2%B04-October-2023.pdf?utm>
- Laura, B. O., René, F. D., Rosalía, Á. C., Carlos, S. M., Mayra, M.-C., & Karla, G. C. (30 de Junio de 2021). Productividad de la lechuga (*Lactuca Sativa* L.) en acuaponía e hidroponía. *Natural/Life/Medical Sciences*, 17(21), 22. doi:<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n21p283>
- Li, z., Hu, Y., Wang, L., Liu, H., Ren, T., Wang, C., & Li, D. (7 de Febrero de 2024). Detección selectiva y precisa de nitratos en agua de acuicultura mediante dispersión Raman mejorada en la superficie (SERS) utilizando nanopartículas de oro decoradas con β -ciclodextrinas. *Sensors*, 24(4), 22. doi:<https://doi.org/10.3390/s24041093>
- Limon, E. R. (2024). *Cultivo de Oreochromis niloticus (tilapia) Lactuca sativa (lechuga) en dos sistemas acuapónicos de tanques del laboratorio rosario del mar comuna monterverde*. Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena, Santa Elena, Santa Elena, Ecuador . Recuperado el 29 de Diciembre de 2024, de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/11698/1/UPSE-TBI-2024-0038.pdf>
- Liu, J., Masabni, J., & Niu, G. (2025). El flujo intermitente alivió el estrés en la zona radicular y aumentó el rendimiento de la lechuga orgánica en la técnica de película nutritiva. *HORTSCIENCIA*, 7(60), 10. doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCII18623-25>
- Liu, W., & Fan, Y. Y. (2024). Biofiltración mejorada acoplada a un proceso de ultrafiltración en un sistema de acuicultura de recirculación marina: inicio rápido de la nitrificación y rendimiento a largo plazo. *Revista de Ingeniería de Procesos del Agua*, 58. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.104901>
- Long, D., & Hoang, N. (31 de Octubre de 2023). Acuaponía: Diseño y componentes del sistema. *Qeios*. doi:DOI:10.32388/1A5IJR
- López, L. J. (2019). *Cultivo Acuapónico, Guía Especializada*. (C. Málaga, Ed.) Malaga. Recuperado el 26 de Diciembre de 2024, de <https://cifalmalaga.org/wp-content/uploads/2020/04/2019.11.07-LIBRO-ACUAPONIA.pdf>
- Loredana, O. (2024). Una breve descripción de los ajíes cultivados. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*, 68(1), 6. Recuperado el 18 de Enero de 2026, de https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2024/issue_1/Art46.pdf
- Lutz, G. (Julio de 2023). *¿Por qué la cachama podría convertirse en un importante competidor de la acuicultura de agua dulce?* Técnico, Sociedad Venezolana de acuicultura. Recuperado el 4 de Enero de 2026, de <https://svacuicultura.org/wp-content/uploads/2024/03/Revista-El-Acuicultor-SVA-Issue-11-Vol.-3-N%C2%B03-Julio-2023.pdf?utm>
- Machuca, C. Á., & Rodríguez, J. M. (2022). *Crecimiento del chame (Dormitator latifrons R.) bajo tres densidades de siembra con tecnología biofloc*. técnico, Universidad Técnica Estatal de

Quevedo. Recuperado el 30 de Julio de 2025, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0df54a0a-354c-4c97-b0d8-297edbb86acf/content>

- Manuel A. Vargas-Ceballos^{1,2}, L. E.-G., Flores-Rodriguez¹, D. M., Zapata, D. B., Galavelz-Parada, J. D., & Vega-Villasante, F. (10 de Diciembre de 2024). Efecto de diferentes densidades de población sobre el crecimiento, la supervivencia y los parámetros sanguíneos del tiburón gordo del Pacífico sistema acuapónico de pequeña escala. *Applied sciences*. doi: <https://doi.org/10.3390/>
- Marium, A., Chatha, A. M., Naz, S., FarhanKhan, M., Safdar, W., & Ashraf, I. (1 de Noviembre de 2023). Efecto de la temperatura, el pH, la salinidad y el oxígeno disuelto en los peces. *Journal of Zoology and Systematics*, 1(2), 12. doi:<https://doi.org/10.56946/jzs.v1i2.198>
- Márquez, O. J. (2020). *Acuaponía: una forma potencial y sustentable de cultivar de manera eficiente y sustentable alimentos*. Técnico , Congreso Virtual Internacional sobre Economía Social y Desarrollo Local Sostenible. Recuperado el 20 de Julio de 2025, de <https://www.eumed.net/actas/20/economia-social/26-acuaponia-una-forma-potencial-y-sustentable-de-cultivar.pdf>
- Márquez, O. J., & García, A. R. (2023). Acuaponía: una forma potencial y sustentable de cultivar de manera eficiente y sustentable alimentos. *Revista de Investigación en Ciencias Agrícolas*, 3(1), 19. doi:DOI 10.22533/at.ed.973312222128
- Masabni, J., & Sink, T. (2020). *Calidad de agua en la acuaponía* . Técnico, Texas A&M AgriLife Extension, Texas. Recuperado el 5 de Enero de 2026, de <https://extension.rwfm.tamu.edu/wp-content/uploads/sites/8/2020/10/Water-Quality-In-Aquaponics-Sink-Masabni.pdf>
- Mayoral, J. Á., Dimitrov, I. R., & Yamada, S. (2020). *Manual Técnico de Acuaponía Combinada con Cultivo a Cielo Abierto Adaptado en Zonas Áridas*. técnico, Tottori. Recuperado el 24 de Julio de 2025, de https://www.jica.go.jp/Resource/mexico/espanol/activities/c8h0vm00007f8s9j-att/manual_sp.pdf
- Miguel A, B. A., & Rodrigo R, C.-M. (Diciembre de 2023). Evaluación del rendimiento productivo y coeficiente de digestibilidad aparente en *Colossoma macropomum*, de un alimento formulado con *Lemna minor*. *EIA*, 10. doi:doi.org/10.24050/reia.
- Molina, F. M. (2020). *Cambios fisiológicos, daños por frío, perfil químico y extracción de capsaicinoides de frutos de chile serrano (Capsicum annum L.) durante su desarrollo y en poscosecha*. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. Recuperado el 11 de Noviembre de 2025, de <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/28752cb9-40d4-434b-93cb-7225b7f94fc7/content>
- Nadia, Z. M., Akhi, A. R., Roy, P., Hossain, M. M., & Salam, M. A. (1 de Noviembre de 2023). Rendimiento de la acuaponía utilizando probióticos para cultivar tomates con tilapia. *Elseiver*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101799>
- Nguyena, N. T., Tran-Nguyenb, P. L., & Vo, T. T. (2024). Avances en aireación y tratamiento de aguas residuales en el cultivo de camarón: tendencias emergentes, desafíos actuales y perspectivas futuras. *AQUA — Water Infrastructure, Ecosystems and Society e*, 73(5), 15. doi:[10.2166/aqua.2024.328](https://doi.org/10.2166/aqua.2024.328)
- Nishanth, D., Nair, C. S., Manoharan, R., Subramanian, R., Salim, I., Maqsood, S., & Jaleel, A. (14 de Noviembre de 2025). Tecnologías actuales para la recuperación de nutrientes en sistemas acuapónicos: una revisión. (G. Izydorczyk, Ed.) *Frontiers*, 9, 21. doi:DOI 10.3389/fsufs.2025.1681638

- Noriega, A. S., Rivas, D. S., Silva, R. A., & Hurtado, E. (19 de Junio de 2020). Crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapia roja con dietas suplementadas de vitaminas C y E. *Ciencias UNEMI - Dialnet*, 13(34), 19. Recuperado el 16 de Enero de 2025
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . (2018). *La acuaponía y las granjas de agro-acuicultura integradas hacen un uso eficiente del agua*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . Recuperado el 6 de Enero de 2025, de <https://www.fao.org/newsroom/story/Every-drop-counts/es>
- Outa, N., Ogello, E., & K'Otuto, G. (16 de Junio de 2025). La Acuaponía de Técnica de Película de Nutrientes (NFT) Mejora la Productividad de Peces y Cultivos: Ensayos con Tilapia del Nilo, Bagre Africano, Lechuga, Espinaca y Albahaca. *Aquaculture, Fish and Fisheries*, 11. doi:doi/10.1002/aff2.70089
- Palacios, D. (16 de Septiembre de 2024). *agricultura.gob*. Recuperado el 6 de Enero de 2025, de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://www.agricultura.gob.ec/ministro-danilo-palacios-dispone-que-todos-los-tecnicos-del-mag-esten-activados-para-evitar-incendios-forestales/>
- Paucar, K. S., & Calero, A. E. (2024). *Fertirrigación para el cultivo de ají (Capsicum annum) mediante un sistema de riego por goteo en La Maná*. Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, La Maná, Ecuador . Recuperado el 19 de Enero de 2026, de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/74b2f9ca-b824-4420-969d-e3abcf98aaf/content>
- Pauly, D., & Müller, J. (16 de Mayo de 2025). Leyes de difusión de Fick y escalamiento del área de la superficie branquial y la absorción de oxígeno en los peces. *Fishes*, 10(5), 17. doi:<https://doi.org/10.3390/fishes10050233>
- Pinho, S. M., David, L. H., Garcia, F., Keesman, K. J., Portella, M. C., & Goddek, S. (16 de Febrero de 2021). Especies de peces sudamericanos aptas para acuaponía: una revisión. *Acuicultura international*, 1426-1446. doi:doi.org/10.1007/s10499-021-00674-w
- Prastowo, B. W., Lestari, I. P., Agustini, N. W., Priadi, D., Haryati, Y., Jufri, A., . . . Zulkarnaen, I. (2024). Comunidades bacterianas en sistemas acuapónicos: perspectivas de la hidroponía de cebolla roja y filtros biológicos para koi. *Estudios de caso en Ingeniería Química y Ambiental*, 10, 13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100968>
- Pushpanjali. (2025). Tipos de sustratos en camas de cultivo en sistemas acuapónicos: una revisión exhaustiva de la literatura. *International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR)*, 10(6). Recuperado el 3 de Enero de 2026, de <https://ijsdr.org/papers/IJS DR2506091.pdf?utm>
- Rachana, & Jinu. (7 de Octubre de 2025). Sistema acuapónico automatizado habilitado con IoT para el monitoreo y control optimizados de la calidad del agua. *Revista Internacional de Medio Ambiente y Cambio Climático*, 10(15), 200-222. doi:<https://doi.org/10.9734/ijecc/2025/v15i105055>
- Rajalakshmi, M., Manoj, V. R., & Manoj, H. (27 de Diciembre de 2022). Revisión completa de sistemas acuapónicos, hidropónicos y de recirculación Sistemas de acuicultura. *Biología Experimental y Ciencias Agrícolas*, 24. doi:0.18006/2022.10(6).1266.1289
- Rajasekar, V., & Tanveer, M. (14 de Septiembre de 2022). Rendimiento productivo de tilapia GIFT en un sistema acuapónico recirculante con amaranto rojo. *Research square*, 1-12. doi:DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2048979/v1>
- Rharrhour, H., Jaziri, H., Yahyaoui, A., & Wariaghi, F. (14 de Noviembre de 2025). Rendimiento de crecimiento y eficiencia de conversión alimenticia de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en un sistema acuapónico en invernadero acoplado con lechuga (*Lactuca sativa*)

- bajo condiciones de Marruecos. *Revista Egipcia de Biología y Pesquerías Acuáticas*, 29(6), 590-600. Recuperado el 4 de Diciembre de 2025, de https://ejabf.journals.ekb.eg/article_465751_7efbb09ca9d3ad33c22f8f81113ab0a1.pdf
- Rodgers, D., Won, E., Timmons, M. B., & Mattson, N. (2022). Los nutrientes complementarios en la acuaponía desacoplada mejoran el rendimiento de la albahaca. *Horticulturae*, 8(1), 2. doi: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8020111>
- Rojas, R. I. (2020). *efecto de la sacarosa y hormonas en el crecimiento in vitro de embriones inmaduros de pimiento (Capsicum annuum L.)*. Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador. Recuperado el 18 de Enero de 2026, de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROJAS%20ROJAS%20ITALO%20ISRAEL.pdf?utm>
- Roy, S. M., Machavaram, R., Pareek, M., & Kim, T. (2022). Investigación del desempeño de un sistema de aireación en cascada circular escalonada con pozas perforadas para acuicultura intensiva. *Heliyon*, 10(5), 12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26367>
- Ruiz, L. E. (2020). Efecto de la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae*, *Pleorotus ostratus* y *Moringa oleifera* en dietas experimentales sobre el crecimiento, supervivencia y algunos parámetros sanguíneos de *Dormitator latifrons*. *Efecto de la inclusión de Saccharomyces cerevisiae, Pleorotus ostratus y Moringa oleifera en dietas experimentales sobre el crecimiento, supervivencia y algunos parámetros sanguíneos de Dormitator latifrons*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México. Recuperado el 11 de Noviembre de 2025, de <https://riudg.udg.mx/bitstream/20.500.12104/91014/1/DCUCOSTA10041FT.pdf>
- San, S. H., Oo, M. T., & Tun, K. L. (2021). Tasa de Crecimiento de la Tilapia GIFT (*Oreochromis niloticus*) Cultivada en Diferentes Sistemas Acuapónicos. *Academia de Artes y Ciencias de Myanmar*, 19(3), 10. Recuperado el 1 de Diciembre de 2025, de [https://maas.edu.mm/Research/Admin/pdf/41.%20Daw%20San%20Htet%20San\(423-432\).pdf](https://maas.edu.mm/Research/Admin/pdf/41.%20Daw%20San%20Htet%20San(423-432).pdf)
- Santos, A. P. (2022). *Evaluación del cultivo de chile Jalapeño (Capsicum annuum L.) utilizando dos sistemas de producción bajo invernadero*. Colegio de postgraduados- Institución de enseñanza e investigación de ciencias agrícolas, Salinas de Hidalgo-San Luis Potosí, México. Recuperado el 3 de Febrero de 2026, de http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/5052/Palomar_De_Santos_MC_IMRN_20221.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Shah, S. A., Shi, Y., Nie, J., Yao, X., & Guo, Y. (2 de Septiembre de 2024). Influencia de los niveles de nitrato en el crecimiento de la planta y el metabolismo del carbono y del nitrógeno en pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo estrés por baja luz. *Revista Turca de Agricultura y Silvicultura*, 48(6), 20. doi:[doi:10.55730/1300-011X.3225](https://doi.org/10.55730/1300-011X.3225)
- Shaw, C., Knopf, K., & Kloas, W. (29 de Marzo de 2022). Alimentos para peces en acuaponía y más allá: un concepto novedoso para evaluar fuentes de proteína en dietas para sistemas circulares de producción alimentaria multitrofica. *Sustainability*, 30. doi:<https://doi.org/10.3390/su14074064>
- Siregar, M., Surya, d. B., & Syahputra, A. (16 de Diciembre de 2021). Variación del medio de cultivo en un sistema acuapónico sobre el crecimiento y rendimiento del chile rojo (*Capsicum annuum* L.). *AGRIC – Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 1-14. doi:<https://doi.org/10.24246/agric.2022.v34.i1.p1-14>
- Somerville, C. (2022). *Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala Cultivo integral de peces y plantas*. Organización de la alimentación y agricultura de las naciones unidas. Recuperado el 29 de Diciembre de 2023, de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2eff5ca4-c831-423e-ba37-47b7882e3ca0/content>

- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2022). *Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala Cultivo integral de peces y plantas*. técnico , Organización de la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas, Roma . doi:doi.org/10.4060/i4021es
- Swamy, K. (Marzo de 2023). Origen, distribución, taxonomía, descripción botánica, diversidad genética y mejoramiento de Capsicum (Capsicum annum L.) . *International Journal of Development Research* , 13(3), 22. Recuperado el 11 de Noviembre de 2025, de <https://www.journalijdr.com/sites/default/files/issue-pdf/26395.pdf>
- Tawaha, A. R., Wahab, P. E., & Jaafar, H. Z. (9 de Enero de 2025). Optimización de la disponibilidad de nutrientes en sistemas acuapónicos de recirculación desacoplados para una mayor productividad de las plantas: una mini revisión. *Nitrogen*, 6(3), 19. doi: <https://doi.org/10.3390/nitrogen6010003>
- Tokhun, N., Noppawan, P., & Phungpi, B. (2024). *Sistema de acuaponía integrado que combina el cultivo de pepino japonés con la cría eficiente de bagres híbridos para mejorar la calidad de vida de los agricultores*. científico , Universidad de taksin . doi:doi.org/10.55164/ajstr.v27i5.254067
- Transfarm consortium. (2023). *Calidad del agua en acuaponía*. Descriptivo, TransFarm. Recuperado el 20 de Noviembre de 2025, de https://centralbaltic.eu/wp-content/uploads/2023/05/D3.2.1_Water-requirements-report-FINAL-ENGLISH.pdf
- Trelles, A. M., Barboza, M. E., Gil, F. A., Chumbe, R. E., Alva, K. A., & Santiago, H. H. (12 de Abril de 2019). Conversión y eficiencia alimenticia de Oreochromis aureus var. suprema (Cichlidae) con diferente alimento balanceado en sistema cerrado, Trujillo, La Libertad, Perú. *Arnaldoa*, 820. doi:doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26219
- Valdés Rodríguez, O. A., Pérez Vázquez, A., & Muñoz García, C. (2020). Efecto de peso y talla de semilla sobre plántulas de Moringa y Ricinus. *SciELO*, 1413. doi:doi.org/10.29312/remexca.v9i7.734
- Valdez Martínez, D., Soto Alcalá, J., & Hernández Sandoval, P. (31 de Mayo de 2023). Contribución de los sistemas acuapónicos en los objetivos del desarrollo sostenible y su relación con el covid 19. *Ra Ximhai*, 19(3), 94. doi:doi.org/10.35197/rx.19.03.2023.04.dv
- Valdez-Sandoval, Carlos, Guerra-Centeno, Dennis, Díaz, Mercedes, . . . Ligia. (5 de Mayo de 2017). Adaptación, crecimiento y rendimiento de variedades de chile nativas de Guatemala en un sistema acuapónico con tilapia nilótica. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(5), 12. Recuperado el 11 de Diciembre de 2025, de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651419005.pdf>
- Vega, F., Ruiz-González, L. E., Chong, C. O., Basto-Rosales, M. E., Palm-Song, D. J., Tintos-Gómez, A., . . . Ana, Z. (Septiembre de 2020). Biología y uso del tiburón gordo del Pacífico Dormitorio en el piso delantero (Richardson, 1844): Revisión del estado del arte. *Latinoamericana de Investigaciones Acuáticas*, 49, 13. doi:10.3856
- Wan, X., Jiang, S., Xiong, Q., Yang, J. R., Xia, S., & Chen, Q. (2022). Efectos de la estratificación térmica y la mezcla sobre la distribución vertical del oxígeno disuelto en estanques de acuicultura. *The Israeli Journal of Aquaculture*, 17. doi:<https://doi.org/10.46989/001c.38406>
- Wang, Y. P., Yang, Y., & Lu, J. (25 de Septiembre de 2024). Una revisión de la acuaponía: concepto, situación actual y Desarrollo. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 141. doi:10.7764/ijanr.v51i3.2554
- Wang, Y.-J., Yang, T., & Kim, H.-J. (24 de Abril de 2023). Dinámica del pH en sistemas acuapónicos: implicaciones para la productividad y el rendimiento de cultivos vegetales y peces. *Sustainability*, 20. doi:<https://doi.org/10.3390/su15097137>

- Weber, E. R., ReyeS, C. P., & Martínez, L. M. (2022). *Manual de producción del sistema acuaponía del centro agroempresarial y acuícola*. Técnico, Servicio nacional de aprendizaje - centro agroempresarial y acuícola , Guajira - colombia . Recuperado el 2 de Enero de 2026, de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/7807/Manual_produccion_sistema_acuaponico.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Wiley, J., & Australia, S. (2019). *Métodos no intrusivos para la estimación de biomasa en acuicultura con énfasis en peces: una revisión*. doi:doi.org/10.1111/raq.12388
- Wongkiew, S., Hu, h., Lee, J. W., Chandran, K., Nhan, H. T., Marcelino, K. R., & Khanal, S. K. (21 de Febrero de 2021). Recuperación de nitrógeno mediante acuaponía-bioponía: Consideraciones y perspectivas de ingeniería. *American Chemical Society* , 1(3), 326. doi:<https://doi.org/10.1021/acsestengg.0c00196>
- World population prospect. (2022). *Compendio sobre el diseño, operación y mantenimiento de sistemas de acuaponía para agricultores urbanos y tradicionales*. Técnico, World population prospect. Recuperado el 2 de Enero de 2026, de https://centralbaltic.eu/wp-content/uploads/2023/05/D3.5.1-Compendium-system-design_final.pdf?utm
- World Renew y Diaconía Nacional. (2020). *Manual de técnicas de acuaponía*. Técnico. Recuperado el 23 de Julio de 2025, de <https://www.worldrenew.net>
- Yachya, A., Kristanti, A. N., & Manuhara, Y. S. (Abril de 2024). Evaluación del estrés por temperatura en diferentes sistemas hidropónicos sobre el crecimiento y el contenido de saponinas en esquejes de *Talinum paniculatum* Gaertn. *Revista de Biodiversidad y Biotecnología Tropical*. doi:DOI:10.22146/jtbb.84241
- Yang, X., Zhang, L., Li, S., Zhang, H., Zhang, S., Wan, Y., & Yu, H. (Marzo de 2024). Puesta en marcha rápida de la nitrificación parcial para el tratamiento de aguas residuales con alto contenido de amoníaco utilizando zeolita con biorregeneración in situ. 59, 10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.105077>
- Yasuda, K., & Fuseya, R. (2025). El impacto del aumento de la temperatura del agua en la sostenibilidad de la acuicultura del camarón kuruma. *Aquaculture*, 12. Recuperado el 16 de Marzo de 2026, de <https://doi.org/10.1007/s12562-025-01956-5>
- Yu, J., wang, Y., Xiao, y., Li, X., Zhou, L., wang, y., . . . Li, J. (4 de Noviembre de 2020). Investigación del efecto del nitrato en el crecimiento, el estado de salud y la función endocrina del rodaballo juvenil (*Scophthalmus maximus*) en sistemas de acuicultura de recirculación marina. *Elsevier* , 10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111617>
- Yuna, S. C., Jeong, H., Lee, J.-S., Kim, J.-H., Kim, I., Maszczyk, P., . . . Jae-Seong. (Enero de 2026). Una revisión de la toxicidad del amoníaco en organismos acuáticos: respuestas específicas de cada especie, cambios microbianos e interacciones ambientales. *Bioquímica y Fisiología Comparada, Parte C: Toxicología y Farmacología*. doi:DOI:10.1016/j.cbpc.2025.110388
- Yusoff, F. M., Uma, W. A., Ramli, N. M., & Harun, R. (2024). Gestión de la calidad del agua en la acuicultura. *Researchgate*, 1-16. Recuperado el 22 de Diciembre de 2024, de https://www.researchgate.net/publication/380643763_Water_quality_management_in_aquaculture
- Yustiati1, y., Nariswari, S., Rostini, I., & Suryad, I. B. (2020). Efecto de la densidad de siembra sobre la tasa de supervivencia y el crecimiento de la tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) en contenedores circulares con corriente de agua combinada con un sistema de aireación Venturi. *Revista Asiática de Investigación en Pesquerías y Recursos Acuáticos*, 8(1), 52-61. Recuperado el 10 de Diciembre de 2025, de <https://journalajfar.com/index.php/AJFAR/article/view/160/319>
- Zhang, Y., Qiao, H., Peng, L., Meng, Y., song, G., Chengluo, & Long, Y. (2025). Influencia de las

altas temperaturas y la acumulación de amoníaco y nitrito en los aspectos fisiológicos, estructurales y genéticos de la biología de la lubina negra (*Micropterus salmoides*). *Antioxidants*, 14(4), 23. doi:<https://doi.org/10.3390/antiox14040495>

Zubair, A. M. (2023). Diseño de Investigación Experimental - Tipos y Proceso. *Open academia* , 11. Recuperado el 29 de Diciembre de 2024, de <https://www.researchgate.net/publication/367044021>

Anexos

Anexo 1.

Prueba de normalidad para el peso de peces

Pruebas de normalidad

Variable	Sistema	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso	1.00	.178	3	.200*	.999	3	.957
	2.00	.195	3	.200*	.996	3	.883

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Anexo 2.

Prueba T-student para el peso de peces

Prueba de muestras independientes

Variable	Supuesto	t	gl	Significación		Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior
Peso	Se asumen varianzas iguales	-1.978	4.059	.059	.118	-5.297	2.678	-12.734	2.140
	No se asumen varianzas iguales	-1.978	3.959	.059	.118	-5.297	2.678	-12.750	2.156

Anexo 3.

Prueba Anova para el peso de peces

ANOVA

Variable	Fuente	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso	Entre grupos	41.94	1	41.94	3.9	.118
	Dentro de grupos	42.91	4	10.73		
	Total	84.85	5			

Anexo 4.

Prueba de normalidad para la longitud de peces

Variable	Sistema	Prueba de normalidad			Shapiro-Wilk		
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Estadístico	gl	Sig.
		Estadístico	gl	Sig.			
Talla	1.00	.170	3	.200*	.995	3	.882
	2.00	.132	3	.200*	.998	3	.941

Nota: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors.

Anexo 5.

Prueba T-student para la longitud de peces

	Prueba de muestras independientes							
	prueba t para la igualdad de medias							
	t	gl	Significación		Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior	
Se asumen varianzas iguales	-0.961	4	.195	.391	-0.4500	0.468	-1.750	0.850
No se asumen varianzas iguales	-0.961	2.001	.215	.430	-0.4500	0.468	-2.460	1.560

Anexo 6.

Prueba Anova para la longitud de peces

ANOVA

Fuente de variación		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Longitud	Entre grupos	0.304	1	0.304	0.924	.391
	Dentro de grupos	1.314	4	0.329		
	Total	1.618	5			

Anexo 7.

Prueba de normalidad de longitud de plantas

Pruebas de normalidad							
Sistema	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Longitud	NFT	.373	3	.670*	.780	3	.067
	MBGB	.223	3	.991*	.985	3	.766

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Anexo 8.

Prueba de T-student de longitud de plantas

Prueba de muestras independientes									
prueba t para la igualdad de medias									
Variable	Supuesto	t	gl	Significación		Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior
Longitud	Se asumen varianzas iguales	-1.145	4	.157	.315	-1.143	.998	-3.913	1.626
	No se asumen varianzas iguales	-1.145	3.2	.168	.336	-1.143	.998	-4.070	1.783

Anexo 9.

Prueba de Anova de longitud de plantas

ANOVA

Longitud

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.958	1	1.958	1.31	.315
Dentro de grupos	5.996	4	1.499		
Total	7.954	5			

Anexo 10.

Prueba de normalidad peso de plantas

Prueba de normalidad							
Variable	Sistema	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso	1.00	.286	3	.200*	.999	3	.984
	2.00	.375	3	.200*	.894	3	.367

Nota: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors.

Anexo 11.

Prueba de T-student del peso de plantas

Prueba de muestras independientes									
		t	gl	prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Significación		Diferencia de medias	Error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
		P de un factor	P de dos factores						
Peso	Se asumen varianzas iguales	-1.686	4	0.084	0.167	-2.31896	1.37500	-6.13734	1.49942
	No se asumen varianzas iguales	-1.686	2.148	0.113	0.225	-2.31896	1.37500	-7.46286	2.82594

Anexo 12.

Prueba ANOVA del Peso fresco de plantas

ANOVA						
		gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Peso	Entre grupos	1	8.066	8.066	2.843	0.167
	Dentro de grupos	4	11.350	2.838		
	Total	5	19.416			

Anexo 13.

Prueba de normalidad de eficiencia de sistemas

Pruebas de normalidad							
Sistemas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			Sig.
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
EficienciaProductiva	1.00	.364	3	.200	.873	3	.312
	2.00	.221	3	.200	.964	3	.637

a. Corrección de significación de Lilliefors

Anexo 14.

Prueba de T-student de eficiencia productiva de sistemas

Prueba de muestras independientes									
prueba t para la igualdad de medias									
		t	gl	Significación		Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior
Eficiencia	Se asumen varianzas iguales	-1.65	34	.087	.174	-205.157	124.107	-549.745	139.431
	No se asumen varianzas iguales	-1.65	32.305	.110	.220	-205.157	124.107	-711.991	301.677

Anexo 15.

Prueba de Anova Eficiencia productiva de sistemas acuapónicos

ANOVA

Eficiencia productiva

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	63143.41	1	63143.41	2.73	.174
Dentro de grupos	92575.53	4	23143.88		
Total	155718.94	5			

Anexo 16.

Medias de parámetros físico-químicos

MUESTREO GENERAL		NFT				MBGB			
		MEDIA	V.MAX	V. MIN	D.E	MEDIA	V.MAX	V. MIN	D.E
T (°C)	Réplica 1	26.85	27.1	26.1	0.43	27.02	27.6	26.6	0.49
	Replica-1	26.9	27.5	26	0.52	27.5	27.5	25.5	0.59
	Replica-2	26.72	27.8	26.3	0.44	26.5	26.6	26.5	0.02
pH	Réplica 1	7.47	7.56	7.38	0.05	7.71	7.85	7.55	0.09
	Replica-1	7.11	7.52	6.82	0.17	7.22	7.45	6.82	0.2
	Replica-2	7.3	7.52	7.1	0.15	7.43	7.93	7.22	0.18
OD (MG/L)	Réplica 1	6.25	6.4	6.1	0.11	6.56	6.75	6.3	0.13
	Replica-1	6.07	6.4	5.7	0.19	6.07	6.6	5.8	0.27
	Replica-2	6.05	6.5	5.6	0.3	6.85	7	6.7	0.12
NH4+ (MG/L)	Réplica 1	0.37	0.47	0.3	0.06	0.34	0.51	0.21	0.09
	Replica-1	0.33	0.65	0.23	0.11	0.24	0.43	0.05	0.1
	Replica-2	0.34	0.45	0.21	0.11	0.36	0.47	0.21	0.07
NO2- (MG/L)	Réplica 1	0.15	0.26	0.01	0.08	0.18	0.27	0.02	0.08
	Replica-1	0.2	0.37	0.1	0.1	0.13	0.4	0.03	0.11
	Replica-2	0.16	0.35	0.08	0.08	0.16	0.23	0.11	0.03
NO3- (MG/L)	Réplica 1	0.98	1.76	0.41	0.47	1.09	1.71	0.33	0.44
	Replica-1	1	1.65	0.36	0.45	1.13	1.7	0.52	0.35
	Replica-2	1.23	1.84	0.83	0.46	1.39	1.92	0.79	0.34

Anexo 17.

Registró de crecimiento de *D. latifrons* en el sistema NFT

NFT

N° ORG	Réplica 1				réplica 2				Réplica 3			
	P. F	L.F	P. I	L. I	P. F	L. F	P. I	L. I	P. F	L.F	P. I	L. I
1	70	33.3	4.8	9.29	73	31.5	5.92	9.8	73	32.8	6.55	9.94
2	63.6	30.7	4.5	9.07	67	34.11	6.78	10.08	64.4	34.2	6.94	10.15
3	87	28.6	4.2	8.94	89	33.15	6.01	9.94	88	31	6.01	9.87
4	88	32.54	5.0	9.32	91	36.5	7.66	10.11	91	35.5	7.82	10.3
5	73	30	4.4	9.04	75	30.05	5.53	9.77	74	29.5	5.68	9.77
6	68	35.84	4.9	9.48	70	35.8	6.94	10.02	69	33.5	6.86	10.02
7	82	32.5	4.96	9.49	84	31.15	5.56	9.94	83	30	6.13	9.84
8	93	36.31	4.5	9.1	96	37.9	7.64	10.37	96	35	7.57	10.27
9	61	29.86	5.43	9.7	63	32	7.02	10	62	32	6.78	9.91
10	77	30.93	4.3	9.03	79	33.5	5.86	10.05	78	32.8	6.3	9.94
11	69	35.33	5.1	9.57	71	35.6	6.94	10	70	33.9	7.18	10.08
12	85	32.84	4.52	9.17	87	33.25	7.02	9.87	86	33.5	6.55	10.02
13	66	32.89	4.29	9.2	68	35.55	6.13	10.15	67	34	6.51	10.15
14	79	36.63	5.14	9.44	81	37.05	7.18	10.27	80	34.5	6.86	10.23
15	90	34.07	4.95	9.18	93	34.5	7.64	9.77	93	33.2	7.82	9.94
16	63	36.12	4.97	9.43	65	38	6.94	10.23	64	36.5	7.14	10.37
17	74	33.07	5.37	9.38	76	34.55	8.01	9.85	75	34.2	8.32	10.15
18	72	38.07	5.22	9.49	74	38.5	8.86	10.51	73	36.5	9.07	10.37
19	96	33	4.58	9.25	99	33	5.69	10.08	99	32	6.26	9.91
20	67	37.89	5.39	9.47	69	39	8.16	10.45	68	37.5	8.86	10.45
21	83	36.63	5.42	9.43	85	38.5	8.01	10.37	84	36	8.98	10.34
22	70	36.56	5.18	9.42	72	36.55	7.42	10.02	71	34.5	7.82	10.23
23	76	31.75	4.27	9.1	78	32.5	5.42	9.94	77	31.5	5.75	9.98
24	96.8	38.98	5.44	9.57	102.2	39.5	7.82	10.54	101	38	8.32	10.48

25	65	36.6	5.03	9.57	67	36	6.55	9.98	66	34	7.02	10.15
26	41	33.6	4.61	9.18	81	35	6.13	9.97	55	33.5	6.3	10.02
27	52	37.1	5.09	9.69	41	38.8	7.02	10.45	63.6	35.5	6.94	10.3
28	74	33.71	4.5	9.29	75	33.25	6.13	10.15	74.8	32.5	6.51	9.98
29	92	32.4	4.59	9.15	95	35	6.3	10.02	95	33.5	6.55	10.02
30	62	34.07	4.67	9.25	64	36.5	6.88	10.02	63	34.2	6.78	10.15
31	83	33.15	4.86	9.27	86	37.5	7.02	10.05	86	34.5	6.78	10.18
32	77.3	35.33	5.2	9.43	82	37	7.27	10.23	79.3	34	7.14	10.02
33	71	30.64	3.52	8.76	73	32.5	4.86	9.94	72	31.5	5.3	9.98
34	85	37.07	5.37	9.57	88	39.5	8.16	10.54	88	38	8.98	10.48
35	80	32.84	4.62	9.19	101.3	33.25	6.55	10.15	97.7	32.8	6.3	9.94
36	80	34.23	4.88	9.17	82	37	7.27	10.23	81	34.5	7.14	10.23
37	52	34.55	4.95	9.17	78	37.5	7.02	10.3	55	34.5	7.02	10.23
38	94	32.84	4.96	9.19	97	35.5	7.27	10.15	97	33.9	7.18	10.08
39	7	34.78	5.34	9.17	8	36	7.64	10.23	7.5	34	7.82	10.15
40	89	34.26	4.89	9.2	92	35.5	7.02	10.15	92	33.9	7.14	10.08
41	101	33.22	4.83	9.15	104	36	7.27	10.18	104	34.2	7.57	10.15
42	95	33.91	5.07	9.27	98	35	7.64	10.15	98	33.5	8.01	10.02
43	-	-	4.41	9.28	92	34	6.13	10.18	62.5	35.5	6.51	9.94
44	-	-	5.2	9.57	94	38	7.64	10.37	-	-	8.32	10.37
45	-	-	4.88	9.22	-	-	7.02	10.3	-	-	7.02	10.3
46	-	-	5.14	9.22	-	-	8.01	10.37	-	-	8.61	10.34
47	-	-	4.98	9.49	-	-	6.88	10.37	-	-	7.57	10.3
48	-	-	4.5	9.2	-	-	6.01	10.3	-	-	6.55	10.15
49	-	-	4.58	9.25	-	-	6.78	10.37	-	-	7.02	10.27
50	-	-	4.19	9.38	-	-	5.53	10.45	-	-	5.86	10.08
PROMEDIO	74.99	34.01	4.84	9.29	79.67	35.46	6.88	10.15	77.29	33.95	7.12	10.13

Anexo 18.

Registró de crecimiento en sistema MBGB

REGISTRÓ DE CRECIMIENTO DE <i>C. ANNUM</i> EN SISTEMA MBGB												
N° DE ORG	Réplica 1				réplica 2				Réplica 3			
	P. F	L.F	P. I	L. I	P. F	L. F	P. I	L. I	P. F	L.F	P. I	L. I
1	70	35	6.1	9.8	72.4	35.5	6.7	10.1	73.6	35.8	7	10.3
2	95.2	33.3	6.8	9.6	44	33	7.02	10.3	55.8	31	6.1	9.8
3	87	30.5	5.8	9.38	89	31.5	6	9.8	88	37.5	7.3	10.4
4	88.2	35.9	7.6	9.88	91	39.5	8	10.4	91	32.2	6.5	9.91
5	73.4	31.2	5.5	9.53	75	30.5	5.8	9.7	74	34.5	6.8	10.2
6	68	37.1	6.9	10.5	70	36.5	7.1	10.1	69	33	6	10.0
7	82	32.5	5.4	9.7	84	32	6.3	9.9	83	36.5	7.1	10.4
8	93	38.6	7.8	10	96	39	7.8	10.4	96	30.5	5.9	9.84
9	61	30.7	6.7	9.4	63	34	7.4	10	62	34	6.7	10.2
10	76.6	32.7	5.6	9.6	79.4	35.5	6.7	10.1	78	38	7.7	10.4
11	69	36.6	6.9	10.5	71	37	7.4	10	70	31.5	6.4	9.89
12	85	35	7.02	10.3	87	36.5	7	10.1	86	35	6.9	10.2
13	66	34.7	5.9	10.3	68	37.5	6.9	10.3	67	33.5	6.5	10.0
14	79	38.6	7.4	10.8	81	38.5	7.	10.4	80	35.5	7.1	10.37
15	90	35.3	7.8	9.9	93	36	8	10	93	30	5.8	9.8
16	63	37.4	6.9	10.6	65	40.5	7.4	10.5	64	34.8	6.8	10.3
17	74	33.7	8	9.97	76	38	8.3	10.3	75	38.5	7.8	10.4
18	71	40.5	8.5	11.3	74.5	40.5	9	10.5	73.5	31.8	6.2	9.9
19	96	34.2	5.6	10.2	99	34	6.4	10.3	99	36	7.5	10.4
20	67	39.7	7.9	11.2	69	41.5	8.6	10.6	68	30.8	6.13	9.8
21	83	38.6	8.1	10.9	85	40	9	10.5	84	35.2	6.94	10.3
22	70	38.6	8.	10.9	72.4	38.5	8	10.4	71	32.5	6.67	9.9
23	76	33.7	5.1	10.1	78	33.5	6.1	10.2	77	37	7.69	10.4
24	98	41.6	7.9	11.4	101	42	8	10.6	10	30.2	5.91	9.8
25	67	38.6	6.8	10.9	65	37.5	7.8	10.3	66.1	36.8	7.2	10.4
26	87	35.8	5.8	10.5	90	36.5	6.94	10.2	90.7	31.2	6.3	9.89
27	81	40.3	7.2	11.3	83	39.5	7.	10.5	82	34.2	6.7	10.3
28	74.2	35	6	10.3	75.1	34.5	6.9	10.3	72	37.8	7.7	10.4
29	92	34.3	6.05	10.2	95	36.5	6.9	10.3	95	30.6	5.9	9.85
30	62	35.8	6.82	10.5	64	38	7.2	10.3	63	34.5	6.8	10.3
31	83	35	6.84	10.3	86	38.5	7.27	10.4	86	32.8	6.67	10.0
32	78.5	37.4	7.18	10.7	80	37.5	7.82	10.3	78.5	36.2	7.14	10.4
33	71	33.7	4.67	10.1	73	33.5	5.23	10.2	72.7	38.2	7.91	10.4
34	85	40.3	8.05	11.3	88	42	8.86	10.6	88.6	30.9	6.05	9.86
35	91	35.0	6.7	10.3	94	35.5	7.18	10.2	94.6	35.5	7	10.3
36	83	36.6	6.9	10.5	80.5	38.5	7.82	10.4	79.5	31.9	6.3	9.91
37	108	36.8	6.9	10.6	111	38.5	7.73	10.4	11.1	37.2	7.4	10.4
38	94.8	35.0	7.02	10.3	98	37	7.82	10.3	96.7	30.3	5.8	9.82
39	7	36.6	7.88	10.5	8	37.5	8.01	10.4	7.5	34	6.6	10.2
40	89	34.2	7.02	10.5	92	37	7.73	10.3	92	35	6.9	10.3
41	100	33.2	7.02	10.4	102	38	8.01	10.4	10.4	31.7	6.1	9.91
42	95	33.9	7.27	10.5	98	36.5	8.32	10.3	98.4	36.4	7.2	10.4

43	-	-	6.01	10.5	-	-	6.94	10.3	62.5	33.2	6.6	10.0
44	-	-	7.82	10.9	-	-	8.32	10.5	-	-	7.7	10.4
45	-	-	6.94	10.6	-	-	7.73	10.5	-	-	6.2	9.8
46	-	-	7.64	10.7	-	-	8.61	10.5	-	-	7	10.3
47	-	-	6.88	10.9	-	-	8.32	10.5	-	-	6.7	9.9
48	-	-	5.86	10.5	-	-	6.94	10.4	-	-	7.42	10.4
49	-	-	6.78	10.6	-	-	7.82	10.4	-	-	6.26	9.91
50	-	-	5.42	10.7	-	-	6.13	10.5	-	-	7.39	10.4
PROMEDIO	79.2	35.8	6.8	10.4	80.1	36.9	7.44	10.3	79.4	34.03	6.80	10.1

Anexo 19.

Registró de crecimiento en sistema NFT -Replica 1

N° DE ORG	SISTEMA NFT-R1													
	9 - Oct		24-sept		9-sept		24-ago		9-ago		25 -jul		11-jul	
	CM 3 M	(g) 3 M	CM 2.5M	(g) 2.5M	CM 2M	(g) 2M	CM 1.5M	(g) 1.5M	CM 1M	(g) 1M	CM 0.5M	(g) 0.5 M	CM 0 M	(g) 0 M
1	16.5	55.7	15.8	35,8	15	27.8	14.4	22.9	13.7	17.9	12.7	13.01	12.02	8
2	19.2	78.9	18.4	67	17.6	42	16.6	37.1	15.7	32.1	14.7	27.2	14.2	22.2
3	17.8	53.1	17.0	42,2	16.3	36.2	15.5	31.3	14.9	26.3	13.4	21.4	13.2	16.4
4	17.8	52.8	16.6	41,9	15.8	32.9	15.3	28	14.3	23.0	13.2	18.1	12.85	13.1
5	16.8	43.2	15.0	35,2	14.3	23.3	13.5	18.3	12.8	13.4	11.8	8.4	11.3	3.5
6	16.3	53.2	15.0	35,2	14.3	23.3	13.5	18.3	12.8	13.4	11.7	8.4	11.3	3.5
7	15.4	61.3	14.7	51,3	13.9	23.4	13.2	16.4	12.4	11.5	10.6	6.5	10.2	1.6
8	18.0	69.6	17.3	54,7	16.5	40.7	15.8	34.8	15	29.8	13.9	24.9	13.43	19.9
9	17.3	58.9	16.6	40,9	15.8	33	15.1	28.0	14.3	23.1	13.6	18.1	12.85	13.2
10	17.7	55.5	16.9	42,6	16.2	35.6	15.4	30.7	14.7	25.7	13.8	20.8	13.23	15.8
11	15.3	49.6	14.5	35,6	13.8	20.7	13.2	15.7	12.3	10.8	11.4	5.8	10.82	0.9
12	18.6	62.5	17.8	51,5	17.1	42.6	16.3	37.6	15.6	32.7	14.3	27.7	13.85	22.8
13	18.6	58.7	17.4	46,8	16.6	38.8	15.9	33.9	15.1	28.9	14.5	24	13.2	19
14	15.9	44.3	15.2	33,4	14.4	24.4	13.7	19.5	12.9	14.5	11.9	9.6	11.32	4.6
15	15.8	43.7	15.1	32,7	14.3	23.8	13.6	18.8	12.8	13.9	12.1	8.9	11.39	4
16	15.8	33.7	15.1	30,8	14.3	23.8	13.6	18.9	12.8	13.9	12.1	9.	11.39	4
17	16.3	46.2	15.5	40,3	14.8	26.3	14	21.4	13.3	16.4	11.3	11.5	10.87	6.5
18	17	61.1	16.3	47,1	15.5	31.2	14.8	26.2	14.	21.3	13.3	16.3	12.59	11.4
19	16.7	59.0	16.0	43	15.2	29.1	14.5	24.1	13.7	19.2	13.3	14.2	12.18	9.3
20	16.2	55.9	15.5	44	14.7	26	14	21.1	13.2	16.1	12.2	11.2	11.8	6.2
21	17.3	63.2	16.6	38,2	15.8	33.3	15.1	28.3	14.4	23.4	13.2	18.4	12.89	13.
22	15.7	45.9	14.9	38,9	14.2	23	13.4	18.0	12.7	13.1	11.9	8.1	11.24	3.2
23	16.2	55.9	15.5	32	14.7	26	14.1	21.1	13.3	16.1	12.2	11.2	11.6	6.2
24	16.5	57.5	15.7	32,6	15.0	27.6	14.2	22.7	13.6	17.7	12.7	12.8	12.03	7.8
25	16.8	39.5	16.	34,6	15.3	29.6	14.6	24.7	13.9	19.7	13.4	14.8	12.04	9.8
26	18	77.5	17.2	42,5	16.5	37.6	15.7	32.6	15	27.7	14.6	22.7	13.12	17.8
27	15.9	54.0	15.2	29,1	14.4	24.1	13.3	19.2	12.9	14.2	11.8	9.3	11.34	4.3
28	17	60.8	16.3	55,9	15.5	30.9	14.8	26.0	14.	21	13.4	16.1	12.18	11.1
29	17.3	58.7	16.5	45,7	15.8	32.8	15.	27.	14.5	22.9	13.8	17.9	12.35	13.
30	15.4	51.1	14.6	36,1	13.9	21.2	13.1	16.2	14.5	11.3	11.7	6.3	10.34	1.4
31	17.3	59.1	16.6	44,1	15.8	33	15.1	28.2	14.5	23.3	13.6	18.3	12.4	13.4
32	15.8	43.5	15.1	34,5	14.3	23.6	13.7	18.6	14.5	13.7	12.1	8.7	11.2	3.8
33	15.4	31.4	14.7	30,5	13.9	21.5	13.2	16.6	14.5	11.6	11.8	6.7	10.5	1.7
34	18.5	51.9	17.8	48,9	17.0	42	16.3	37.	14.5	32.1	14.4	27.1	14.	22.2
35	18.6	52.3	17.8	50,4	17.1	39.4	16.3	34.5	14.5	32.5	14.9	27.6	14.1	22.6
36	18.0	62.1	17.3	49,1	16.5	38.2	15.8	33.2	14.5	27.3	14.5	23.3	13.2	18.4
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.2	11.5	11.3	6.5
38	16.	53.0	14.8	45,1	14.0	22.1	13.6	17.2	14.5	12.2	12	7.3	11	2.3
39	17.6	59.9	16.8	47	16.1	35.0	15.5	30.1	14.5	24.1	13.6	20.2	13.1	15.2
40	-	-	-	-	-	-	14.5	24.3	14.5	19.4	12.9	14.4	12.2	9.51
41	15.8	52.5	14.9	41,6	14.1	22.6	14.2	17.7	14.5	12.7	11.3	7.8	11	2.8
42	17.9	60.4	16.2	44,9	15.4	30.5	14.9	25.6	14.5	20.6	12.7	15.7	12.1	10.7
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.8	6.1	10.2	1.19
44	18.4	54.8	17.6	51,8	16.9	40.9	16.2	35.9	14.5	30	14.2	26.	13.2	21.1
45	16.1	49.3	15.4	39,3	14.6	25.4	14.3	23.4	14.5	16.5	12.3	10.2	11.3	5.6
46	-	-	-	-	-	-	15	29.5	14.5	24.6	14.	19.6	13.0	14.7
47	16.5	59.5	15.5	33,4	14.9	26.5	14.2	21.5	14.5	16.6	12.	10.6	11.8	6.7
48	17.0	52.0	16.3	41	15.5	31.1	15.1	26.	14.5	21.2	12.6	17.2	12.1	11.3
49	17.1	57.1	16.2	42,7	15.6	31.7	15.1	28	14.5	21.8	13.8	16.9	12.6	11.9
50	-	-	-	-	-	-	-	-	14.5	13.9	11.2	9.04	11.	4
TOTAL	762	2461	725	1666	691	1564	690	1190	678	967	643	749	605	501
MEDIA	16.9	54.7	16.1	37.0	15.3	34.7	14.6	25.3	14.1	20.1	12.8	14.9	12.1	10
PECES	45	45	45	45	45	45	47	47	48	48	50	50	50	50

Anexo 20.

Registró de crecimiento en sistema NFT -Replica 2

N° ORG	SISTEMANFT-R2													
	9-Oct		24-sept		9-sept		24-ago		9-ago		25-jul		11-jul	
	CM 3M	(g) 3M	CM 2.5M	(g) 2.5M	CM 2M	(g) 2M	CM 1.5M	(g) 1.5M	CM 1M	(g) 1M	CM 0.5M	(g) 0.5M	CM 0 M	(g) 0 M
1	15.0	50.1	14.3	45,4	13.9	29.8	13.1	26.4	12.5	22.9	11.5	18.1	10.9	15.2
2	17.0	68.2	16.3	56,9	16.0	45.4	14.8	38.2	13.9	32.0	13.1	26.4	12.6	24.6
3	15.9	47.9	15.3	44,2	14.8	36.8	13.9	31.9	13.3	28.1	12.0	20.7	11.8	19.5
4	16.0	48.4	14.8	42,3	14.0	33.7	13.7	30.4	12.8	25.0	11.8	19.6	11.5	19.0
5	15.1	41.2	13.6	33,4	12.4	25.4	12.2	21.6	11.5	18.2	10.7	14.5	10.2	12.5
6	14.8	38.1	13.6	33,2	12.4	25.7	12.3	21.9	11.6	18.5	10.7	14.3	10.2	12.7
7	14.1	37.2	13.4	32,4	12.3	24.5	12.1	20.7	11.4	17.4	9.8	11.0	9.3	9.6
8	16.1	60.0	15.5	54,6	14.2	38.4	14.1	33.4	13.5	28.9	12.5	23.0	12.0	20.4
9	15.6	44.7	14.9	42,0	13.5	34.1	13.6	29.5	12.9	25.3	12.3	21.8	11.5	19.2
10	15.9	47.3	15.2	43,4	14.9	36.3	13.9	31.5	13.2	27.1	12.4	22.7	11.8	19.7
11	14.0	32.5	13.3	28,0	12.2	23.9	12.1	20.9	11.3	16.9	10.4	13.4	9.9	11.5
12	16.6	63.9	15.9	54,0	14.9	41.9	14.6	36.6	13.9	31.8	12.7	24.4	12.3	22.1
13	16.2	60.4	15.5	47,3	14.5	38.9	14.2	33.9	13.5	29.3	13.0	26.0	11.8	23.3
14	14.5	46.3	13.8	33,2	12.8	27.0	12.5	23.0	11.8	19.4	10.8	15.0	10.3	14.9
15	14.4	45.7	13.8	35,1	13.0	26.5	12.4	22.6	11.7	19.1	11.0	15.9	10.4	13.1
16	14.4	35.7	13.8	34,0	12.9	26.5	12.4	22.6	11.7	19.1	11.0	15.9	10.4	13.1
17	14.8	38.2	14.1	37,4	13.0	28.6	12.7	24.4	12.1	20.7	10.3	12.8	9.8	11.3
18	15.4	51.0	14.7	37,6	13.6	32.7	13.4	28.2	12.7	24.1	12.0	20.5	11.3	17.2
19	15.1	40.9	14.4	37,4	13.2	30.9	13.1	26.6	12.4	22.6	12.0	20.6	11.0	16.7
20	14.7	37.9	14.1	34,5	13.0	28.4	12.7	24.3	12.0	20.6	11.1	16.0	10.7	14.5
21	15.6	45.0	14.9	42,3	14.0	34.3	13.6	29.7	12.9	25.6	11.9	19.9	11.6	18.3
22	14.3	34.8	13.6	32,1	12.4	25.8	12.3	21.9	11.6	18.5	10.9	15.4	10.2	13.7
23	14.7	37.9	14.1	36,2	13.3	28.4	12.8	24.8	12.1	20.9	11.1	16.0	10.5	14.7
24	14.9	39.5	14.3	36,3	13.6	29.7	12.9	25.5	12.4	22.3	11.6	18.3	10.9	15.2
25	16.0	41.5	14.5	37,2	13.8	31.4	13.2	27.0	12.5	23.3	12.1	21.0	10.9	15.1
26	16.1	69.2	15.4	47,3	14.8	37.9	14.1	33.0	13.4	28.5	13.1	26.5	11.7	24.1
27	14.9	43.0	13.8	35,1	13.1	26.8	12.1	21.1	11.7	19.2	10.8	14.9	10.3	13.0
28	15.3	52.8	14.7	43,2	14.0	32.4	13.3	28.0	12.6	23.9	12.1	21.0	11.0	18.6
29	15.6	49.5	14.9	43,1	14.3	33.9	13.5	29.3	13.1	26.4	12.5	23.0	11.1	16.1
30	14.1	43.0	13.4	36,3	12.7	24.3	12.0	20.6	13.3	27.7	10.7	14.6	9.4	12.0
31	15.6	54.9	14.9	46,4	14.3	34.3	13.6	29.6	12.8	26.3	12.2	21.7	11.2	19.4
32	14.8	45.5	13.3	36,7	12.9	26.3	12.5	23.2	12.2	27.4	11.0	15.8	10.2	14.6
33	14.1	43.4	13.2	39,5	12.6	24.6	12.1	20.8	13.3	27.7	10.8	14.9	9.6	10.4
34	17.0	63.4	15.9	54,9	15.4	41.5	14.5	36.2	12.9	25.6	12.8	25.0	12.5	23.2
35	17.1	63.8	16.2	47,6	15.5	41.8	14.6	36.6	12.9	25.6	13.3	27.6	12.6	24.4
36	16.5	59.8	15.3	45,5	14.2	38.4	14.1	33.4	13.0	25.9	13.0	26.1	11.8	19.5
37	14.8	38.2	14.1	37,0	13.6	28.6	13.2	25.9	13.2	27.0	11.5	16.0	10.3	13.8
38	15.9	37.5	14.0	34,5	15.5	24.7	12.2	22.3	12.2	27.1	10.9	15.4	10.1	12.0
39	15.8	56.7	15.1	49,0	15.0	35.8	14.0	32.2	13.0	26.2	12.7	21.7	11.7	20.1
40	15.1	51.1	14.5	45,8	14.3	31.0	13.1	26.7	12.1	26.7	11.7	18.7	11.0	16.1
41	14.7	45.2	13.4	36,8	13.8	25.4	12.9	25.6	13.2	27.4	10.7	12.9	10.0	11.9
42	16.1	69.1	14.0	46,1	13.7	31.3	13.4	28.4	13.0	26.0	11.4	17.6	10.8	15.1
43	-	-	-	-	-	-	-	-	13.3	27.8	9.9	11.5	9.3	10.6
44	-	-	-	-	-	-	14.5	36.0	12.9	25.7	12.7	24.1	11.8	22.4
45	-	-	-	-	14.0	27.8	13.0	25.9	12.2	27.1	11.2	16.4	10.3	12.9
46	-	-	14.0	51,7	14.0	34.7	13.5	29.3	12.9	25.7	12.5	23.0	11.7	18.7
47	-	-	-	-	-	-	-	-	13.1	26.9	10.9	15.3	10.7	14.6
48	-	-	-	-	-	-	13.2	29.8	13.1	26.5	11.5	17.5	10.9	16.4
49	-	-	-	-	15.0	33.0	13.6	29.8	13.1	26.5	12.4	22.6	11.4	20.5
50	-	-	-	-	-	-	-	-	12.8	26.6	10.1	12.2	9.9	12.0
TOTAL	644.6	2020.3	621.6	1614.1	621.2	1419.2	621.2	1300.9	632.4	1234.8	580.7	939.0	544.8	819.6
MEDIA	15.3	48.1	14.5	37.5	13.8	31.5	13.2	27.7	12.6	24.7	11.6	18.8	10.9	16.4
PECES	42	42	44	44	46	46	47	47	50	50	50	50	50	50

Anexo 21.

Registró de crecimiento en sistema NFT -Replica 3

SISTEMA NFT-R3														
N° DE ORG	9 -Oct		24-sept		9-sept		24-ago		9-ago		25- Jul		11 - Jul	
	CM 3 M	(g) 3 M	CM 2.5M	(g) 2.5M	CM 2M	(g) 2M	CM 1.5M	(g) 1.5M	CM 1M	(g) 1M	CM 0.5	(g) 0.5M	CM 0 M	(g) 0M
1	17.9	73.1	17.1	61,9	16.4	57.8	16.0	54.8	15.4	50.5	14.2	46.3	11.9	31.0
2	15.6	52.3	14.9	48,8	14.6	47.8	14.0	45.4	13.6	42.9	13.0	36.4	11.5	31.7
3	16.9	69.1	16.0	56,8	15.2	53.3	14.8	49.1	14.4	44.0	13.4	35.9	12.2	33.6
4	16.6	68.6	15.8	52,2	15.0	47.5	14.6	45.4	14.2	42.9	13.3	35.4	12.2	(g) 0 M
5	16.0	69.8	15.4	48,1	14.3	38.7	13.7	34.8	13.0	32.1	12.0	30.0	11.2	28.7
6	17.2	70.2	16.2	46,5	15.4	42.6	14.0	35.4	13.4	33.4	12.4	31.6	11.8	27.8
7	16.8	63.0	15.9	41,5	14.9	37.8	13.7	31.3	12.6	31.6	12.1	29.7	11.4	25.5
8	17.0	61.5	16.1	48,9	15.1	35.8	13.9	32.4	13.2	30.7	12.6	28.7	11.0	25.3
9	16.6	69.1	15.6	50,4	15.1	35.2	14.2	31.7	13.5	29.5	12.6	27.5	11.5	24.5
10	16.7	62.0	16.1	40,5	15.3	38.5	14.3	32.8	13.6	31.7	12.4	29.5	11.9	26.5
11	17.4	74.9	16.5	66,4	15.7	38.8	15.0	34.4	14.2	33.2	13.1	31.2	11.9	28.0
12	15.8	51.5	15.4	49,5	14.3	36.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	11.1	25.5
13	15.7	50.1	14.8	49,1	13.9	36.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.5	27.2
14	15.8	50.5	15.4	47,5	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	11.1	25.5
15	15.7	50.1	14.8	47,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.5	27.2
16	15.8	51.5	15.4	47,5	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	11.1	25.5
17	15.7	48.1	14.8	37,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.5	27.2
18	15.8	47.5	15.4	37,5	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	11.1	25.5
19	15.7	45.1	14.8	37,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.5	27.2
20	15.8	48.5	15.4	37,5	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	11.1	25.5
21	15.7	49.1	14.8	37,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.5	27.2
22	15.8	51.5	15.4	37,5	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	11.1	25.5
23	15.7	50.1	14.8	37,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	10.5	27.2
24	15.8	51.5	15.4	37,5	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	11.1	25.5
25	15.7	49.1	14.8	37,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	10.5	27.2
26	15.8	50.5	15.4	37,5	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	10.1	25.5
27	15.7	49.1	14.8	37,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.5	27.2
28	15.8	51.5	15.4	48,5	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	11.1	25.5
29	15.7	50.1	14.8	48,5	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	10.5	27.2
30	15.8	48.5	15.1	37,5	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	11.1	25.5
31	15.7	41.1	14.8	38,5	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.5	27.2
32	15.8	41.5	15.4	37,5	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	11.1	25.5
33	15.7	41.1	14.8	37,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	10.5	27.2
34	14.8	31.5	14.4	29,0	13.3	24.5	12.8	22.9	11.6	20.5	10.7	18.5	10.1	15.5
35	15.7	41.1	14.8	37,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.1	27.2
36	15.8	41.5	15.4	38,0	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	11.1	25.5
37	15.7	41.1	14.8	37,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.3	30.2	10.0	27.2
38	14.8	31.5	14.4	30,0	13.3	24.5	12.8	22.9	13.6	22.5	10.7	18.5	9.1	15.5
39	15.7	41.1	14.8	39,2	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.5	27.2
40	15.8	41.5	15.4	37,5	14.3	34.5	13.8	32.9	12.6	30.5	11.7	28.5	10.8	25.5
41	15.7	41.1	14.0	37,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	10.5	27.2
42	15.8	49.5	14.4	27,5	13.3	24.5	12.8	22.9	11.6	20.5	10.7	18.5	10.1	15.5

43	15.7	49.1	14.8	39,8	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.0	27.2
44	13.8	21.5	13.4	20,5	12.3	14.5	11.8	12.9	10.6	10.5	9.7	8.5	8.1	5.5
45	18.7	76.1	15.0	57,1	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.5	27.2
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.7	28.5	11.1	25.5
47	-	-	-	-	13.9	34.2	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.5	27.2
48	-	-	-	-	-	-	-	-	12.6	30.5	11.7	28.5	10.1	25.5
49	-	-	-	-	-	-	13.4	32.2	12.9	31.1	12.1	30.2	11.5	27.2
50					16.3	54.5	16.8	52.9	15.6	40.5	15.7	38.5	13.1	35.5
TOTAL	16.0	51.3	15.2	41.6	14.3	35.8	13.7	33.3	13.0	31.3	12.1	29.3	11.1	26.0
MEDIA	15.98	51.27	15.19	41.64	14.29	35.84	13.71	33.34	12.97	31.34	12.08	29.30	11.07	26.04
PECES	45	45	45	45	47	47	48	48	50	50	50	50	50	50

Anexo 22.

Registró de crecimiento en sistema MBGB -Replica 1

SISTEMA MBGB-R1

N° DE ORG	9 DE Oct		24-Sept		9-Sept		24-Ago		9-Ago		25-Jul		11-Jul	
	CM 3 M	(g) 3 M	CM 2.5M	(g) 2.5M	CM 2M	(g) 2M	CM 1.5M	(g) 1.5 M	CM 1M	(g))1M	CM 0.5	(g) 0.5M	CM 0M	(g) 0M
1	18.8	73.4	17.8	68.4	17.3	43.5	16.3	38.5	15.8	33.6	13.8	28.6	13.3	23.7
2	17.5	63.7	16.7	51.8	16.0	33.8	15.2	28.9	14.5	23.9	13.0	19.0	13.0	14.0
3	18.0	71.8	17.2	62.9	16.5	47.9	15.8	33.0	15.0	28.0	12.9	23.1	12.5	18.1
4	17.9	69.7	17.2	52.7	16.4	37.8	15.6	32.8	14.9	27.9	13.5	22.9	13.3	18.0
5	16.8	62.5	16.1	54.6	15.3	39.6	14.6	24.7	13.8	19.7	12.8	14.8	12.3	9.8
6	18.0	70.4	17.2	52.4	16.5	47.5	15.7	32.5	15.0	27.6	13.9	22.6	13.5	17.7
7	15.1	59.3	14.3	44.3	13.6	29.4	12.8	14.4	12.1	9.5	11.1	4.5	10.6	0.4
8	15.4	51.2	14.7	36.3	13.9	21.3	13.2	16.4	12.4	11.4	11.0	6.3	10.3	1.5
9	14.9	48.5	14.2	23.6	13.4	18.6	12.7	13.7	11.9	8.7	11.9	3.8	10.4	1.2
10	15.9	53.8	15.1	48.8	14.4	33.9	13.6	28.9	12.9	14.0	11.8	9.2	11.4	4.1
11	16.1	58.0	15.4	40.1	14.6	35.1	13.9	20.2	13.1	15.2	12.1	10.3	11.6	5.3
12	15.7	52.7	15.0	47.7	14.2	32.8	13.5	17.8	12.7	12.9	12.0	7.9	11.2	3.0
13	17.7	75.0	16.9	50.1	16.2	45.1	15.4	30.2	14.7	25.2	13.8	20.3	13.2	15.3
14	16.0	64.4	15.3	49.4	14.5	34.5	13.8	19.5	13.0	14.6	11.9	9.6	11.5	4.7
15	15.7	52.9	15.0	37.9	14.2	23.0	13.5	18.0	12.7	13.1	12.0	8.1	11.2	3.2
16	16.7	68.3	15.9	43.4	15.2	38.4	14.4	23.5	13.7	18.5	12.0	13.6	11.4	8.6

17	15.2	50.2	14.5	45.3	13.7	30.3	13.0	25.4	12.2	10.4	11.2	5.5	10.7	0.5	
18	17.6	64.4	16.8	59.4	16.1	44.5	15.3	29.5	14.6	24.6	13.0	19.6	12.9	14.7	
19	15.0	59.0	14.3	44.1	13.5	19.1	12.8	14.2	12.0	9.2	11.0	4.3	10.2	0.7	
20	18.2	79.1	17.5	54.1	16.7	39.2	16.0	34.2	15.2	29.3	14.2	24.3	13.7	19.4	
21	17.5	63.6	16.7	48.7	16.0	33.7	15.2	28.8	14.5	23.8	12.8	18.9	12.1	13.9	
22	15.5	51.3	14.7	46.3	14.0	21.4	13.2	16.4	12.5	11.5	11.0	6.5	10.4	1.6	
23	14.8	47.8	14.0	32.9	13.3	17.9	12.5	13.0	11.8	8.0	11.0	3.1	10.3	1.9	
24	17.6	64.7	16.9	59.7	16.1	34.8	15.4	29.8	14.6	24.9	13.9	19.9	12.3	15.0	
25	17.2	62.1	16.5	47.1	15.7	32.2	15.0	27.2	14.2	22.3	12.9	17.3	12.3	12.4	
26	17.3	62.6	16.6	47.6	15.8	32.7	15.1	27.7	14.3	22.8	12.2	17.8	12.7	12.9	
27	17.5	63.6	16.7	48.7	16.0	32.7	15.2	28.8	14.5	23.8	12.7	18.9	12.2	13.9	
28	15.0	59.0	14.3	44.1	13.5	19.1	12.8	14.2	12.0	9.2	10.9	4.6	10.5	0.7	
29	16.0	59.4	15.3	49.5	14.5	34.5	13.8	19.6	13.0	14.6	11.9	9.7	11.2	4.7	
30	15.2	59.8	14.4	34.8	13.7	20.9	12.9	14.9	12.2	10.0	11.4	5.0	10.2	0.1	
31	17.8	65.9	17.0	40.9	16.3	36.0	15.5	31.0	14.8	26.1	12.5	21.1	12.1	16.2	
32	16.9	60.1	16.2	55.2	15.4	30.3	14.7	25.3	13.9	20.3	12.3	15.4	11.0	10.4	
33	15.9	53.9	15.2	48.9	14.4	24.0	13.7	19.0	13.0	14.5	12.2	9.1	11.4	4.2	
34	15.0	58.8	14.2	43.9	13.5	18.9	12.7	14.0	12.0	9.8	11.2	4.2	10.5	0.9	
35	15.8	53.5	15.1	48.5	14.3	23.6	13.6	18.6	12.8	1.7	11.1	8.7	11.2	3.8	
36	15.9	53.7	15.1	48.8	14.4	23.8	13.7	18.9	12.9	14.5	11.9	8.8	11.4	4.0	
37	17.4	70.6	16.4	67.7	15.8	32.7	15.2	27.8	14.4	21.8	13.0	17.4	12.8	12.9	
38	17.0	50.4	16.2	45.5	15.5	30.5	14.7	25.6	13.5	19.8	12.0	15.7	11.2	10.7	
39	17.9	66.5	17.1	51.5	16.4	36.6	15.7	31.6	15.9	25.0	13.2	21.2	13.0	16.8	
40	16.5	60.8	15.7	51.8	14.9	26.9	14.2	21.9	13.4	16.0	12.0	12.0	11.9	7.1	
41	15.2	59.8	14.4	44.9	13.7	29.9	12.9	15.0	12.2	9.3	10.9	5.1	10.7	0.1	
42	17.3	62.2	16.5	57.2	15.8	32.3	15.0	27.4	14.3	22.4	12.5	17.3	12.0	12.5	
43	17.4	63.4	16.4	58.4	15.9	33.5	15.2	28.5	14.5	23.6	11.3	18.0	11.0	13.7	
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.9	13.8	11.4	9.0
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.5	18.9	12.3	13.9
46	-	-	-	-	15.0	27.3	14.3	22.4	13.7	18.4	12.0	12.5	12.0	7.5	
47	-	-	-	-	-	-	14.3	23.0	13.6	18.1	11.0	13.1	10.8	8.2	
48	-	-	-	-	-	-	-	-	13.5	16.2	12.0	11.0	11.8	6.1	

49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.2	8.4	10.6	3.4	10.4	1.5
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.0	4.4	10.6	0.1
TOTAL	692.6	2548.3	660.5	2021.4	644.4	1338.0	626.8	1028.0	619.2	800.2	592.5	622.6	568.8	396.8	
MEDIA	16.5	61.0	15.8	48.6	15.0	31.4	14.3	23.7	13.5	17.7	12.1	13.0	11.6	8.4	
PECES	44	44	44	44	45	45	46	46	48	48	50	50	50	50	

Anexo 23.

Registró de crecimiento en sistema MBGB -Replica 2

SISTEMA MBGB-R2

N°. ORG	9 -Oct		24-Sept		9-Sept		24-Ago		9-Ago		25-Jul		11- Jul	
	CM 3 M	(g) 3 M	CM 2.5M	(g) 2.5M	CM 2M	(g) 2M	CM 1.5M	(g) 1.5M	CM 1M	(g))1M	CM 0.5	(g) 0.5 M	CM 0 M	(g) 0 M
1	17.1	69.9	17.0	53.0	16.7	51.0	15.1	48.0	12.0	44.0	11.3	42.0	10.5	20.0
2	16.2	58.4	15.7	51.6	13.4	48.6	12.7	43.2	10.9	40.9	10.6	39.9	9.4	23.9
3	16.5	64.1	16.0	53.1	15.5	49.1	14.7	44.1	12.5	41.1	12.2	39.1	11.5	22.1
4	19.0	59.0	17.0	47.0	14.5	44.0	13.7	38.0	12.3	36.0	12.0	34.0	10.7	30.0
5	16.7	63.8	16.2	51.8	15.9	49.8	14.8	34.8	13.8	32.8	13.4	30.8	11.2	27.8
6	17.7	38.2	16.6	36.2	14.5	34.2	13.2	30.2	12.6	28.2	12.1	26.2	10.4	23.2
7	16.6	62.1	16.0	47.1	15.5	38.1	14.6	33.1	14.0	31.1	13.3	29.1	11.6	26.1
8	15.5	50.5	14.9	38.5	14.7	36.5	13.8	32.5	13.2	30.5	12.7	28.5	10.6	25.5
9	16.7	69.7	16.0	37.7	15.7	35.7	14.7	31.7	13.7	29.7	13.4	27.7	11.7	24.7
10	15.1	48.1	14.5	36.1	14.1	34.1	13.5	30.1	12.9	28.1	12.4	26.1	10.8	23.1
11	16.5	63.2	15.8	51.2	15.4	39.2	14.5	34.2	13.0	32.2	12.1	30.2	11.4	27.2
12	16.7	38.2	15.2	36.2	14.0	34.2	13.2	30.2	12.6	28.2	12.1	26.2	10.6	23.2
13	15.5	50.5	14.7	38.5	14.4	36.5	13.8	32.5	13.2	30.5	12.7	28.5	10.1	25.5
14	16.5	63.2	15.8	51.2	15.1	49.2	14.5	34.2	13.8	32.2	13.1	30.2	11.5	27.2
15	18.7	38.2	17.0	36.2	14.0	34.2	13.2	30.2	12.6	28.2	12.1	26.2	10.6	23.2
16	15.5	50.5	14.9	38.5	14.3	36.5	13.8	32.5	13.2	30.5	12.7	28.5	10.1	25.5
17	16.5	63.2	15.8	41.2	15.1	39.2	14.5	34.2	13.8	32.2	12.1	30.2	11.5	27.2
18	15.7	38.2	14.2	36.2	14.1	34.2	13.2	30.2	12.6	28.2	12.1	26.2	10.6	23.2
19	15.5	52.5	14.9	38.5	14.3	36.5	13.8	32.5	12.2	30.5	11.7	28.5	10.1	25.5
20	16.5	63.2	15.8	41.2	15.4	39.2	14.5	34.2	13.8	32.2	12.1	30.2	11.5	27.2
21	14.7	38.2	14.2	36.2	14.0	34.2	13.2	30.2	12.6	28.2	12.1	26.2	10.6	23.2
22	15.5	54.5	14.9	38.5	14.3	36.5	13.8	32.5	13.1	30.5	12.7	28.5	10.1	25.5

23	16.5	63.2	15.8	41.2	15.1	39.2	14.5	34.2	13.2	32.2	12.1	30.2	11.5	23.2
24	18.7	38.2	17.0	36.2	13.7	34.2	13.2	30.2	12.6	28.2	12.0	26.2	10.6	23.2
25	15.5	53.5	14.9	48.5	14.3	36.5	13.8	32.5	13.2	30.5	12.6	28.5	11.1	15.5
26	17.5	63.2	16.5	51.2	15.1	49.2	14.5	34.2	13.8	32.2	12.1	30.2	12.5	27.2
27	14.7	38.2	14.0	36.2	13.7	34.2	13.2	30.2	12.6	28.2	12.1	26.2	10.6	23.2
28	15.5	50.5	15.0	48.5	14.3	36.5	13.8	32.5	13.2	30.5	12.7	28.5	10.1	22.5
29	16.5	43.2	16.0	41.2	15.1	39.2	14.5	34.2	13.8	32.2	12.1	30.2	11.5	21.2
30	14.7	38.2	14.2	36.2	14.0	34.2	13.3	30.2	12.1	28.2	11.8	26.2	10.6	23.2
31	15.5	40.5	14.9	38.5	14.4	36.5	13.8	32.5	13.1	30.5	12.7	28.5	10.1	25.5
32	16.5	63.2	15.8	51.2	15.4	39.2	14.5	34.2	13.8	32.2	12.1	30.2	11.5	21.2
33	14.7	38.2	14.2	36.2	14.0	34.2	13.2	30.2	12.6	28.2	12.1	26.2	10.6	23.2
34	16.5	51.5	15.9	38.5	14.7	36.5	13.8	32.5	13.4	30.5	12.7	28.5	10.2	25.5
35	18.5	63.2	17.6	51.2	15.7	49.2	14.5	34.2	13.8	32.2	12.2	30.2	11.5	22.2
36	16.6	38.2	15.2	36.2	14.3	34.2	13.5	30.2	12.6	28.2	11.2	26.2	9.1	14.2
37	17.9	50.5	16.5	48.5	14.2	36.5	13.8	32.5	12.0	30.5	11.5	28.5	10.0	19.5
38	17.4	63.2	16.6	41.2	15.3	39.2	14.5	34.2	13.0	32.2	12.0	30.2	11.1	27.2
39	17.9	38.2	15.8	36.2	14.0	34.2	13.2	30.2	12.0	28.2	11.9	26.2	9.3	13.2
40	17.5	50.5	16.4	48.5	14.6	36.5	13.8	32.5	12.1	30.5	11.0	28.5	10.8	21.5
41	17.7	63.2	16.7	51.2	15.4	39.2	14.5	34.2	12.2	32.2	12.0	30.2	10.6	27.2
42	17.8	38.2	16.2	36.2	14.0	34.2	13.5	30.2	12.8	28.2	11.0	26.2	10.8	23.2
43	17.5	53.5	16.2	48.5	14.9	36.5	13.8	32.5	12.8	30.5	12.1	28.5	10.0	15.5
44	-	-	-	-	16.0	39.2	14.5	34.2	11.0	32.2	10.5	30.2	9.8	19.2
45	-	-	-	-	15.0	34.2	13.2	30.2	12.6	28.2	11.1	26.2	10.0	23.2
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.7	28.5	9.5	20.5
47	-	-	-	-	-	-	-	-	12.2	32.2	12.0	30.2	9.8	17.2
48	-	-	-	-	-	-	1-3.6	30.2	12.0	28.2	10.2	26.2	9.8	18.2
49	-	-	-	-	-	-	-	-	13.1	30.5	12.7	28.5	11.0	16.5
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.0	30.2	9.2	26.2
TOTAL	711	2237	674	1836	662	1733	638	1525	616	1493	601.0	1456	530	1148.9
MEDIA	16.5	52.03	15.6	42.71	14.7	38.51	13.8	33.17	12.8	31.11	12.02	29.14	10.6	22.98
PECES	43	43	43	43	45	45	46	46	48	48	50	50	50	50

Anexo 24.

Registró de crecimiento en sistema MBGB -Replica 3

CAMA GRAVA														
N° DE ORG	9-Oct		24-sept		9-sept		24-ago		9-ago		25-Jul		11-Jul	
	CM	(g)	CM	(g)	CM	(g)	CM	(g)	CM	(g)	CM	(g)	CM	(g)
	3 M	3 M	2.5M	2.5M	2M	2M	1.5M	1.5M	1M	1M	0.5	0.5 M	0 M	0 M
1	15.4	40.1	14.9	38.6	14.5	36.6	14.0	34.1	13.5	31.1	12.9	27.6	12.0	23.6
2	17.9	70.3	17.3	64.8	16.7	61.3	16.1	57.8	15.1	44.3	14.9	30.8	13.0	25.8
3	17.4	71.6	16.8	61.6	16.2	58.6	15.6	55.6	15.0	52.6	14.4	39.6	12.3	24.6
4	15.6	48.7	14.2	36.7	14.1	34.7	13.6	32.7	13.1	30.7	12.6	28.7	11.8	24.7
5	16.8	67.3	16.2	54.6	15.6	51.9	15.0	49.2	14.4	46.5	13.8	43.8	13.0	38.8
6	15.9	51.4	15.3	43.4	14.7	41.4	14.1	39.4	13.5	37.4	12.9	35.4	12.0	30.4
7	15.5	48.6	14.9	40.6	14.3	38.6	13.7	36.6	13.1	34.6	12.5	32.6	11.0	18.6
8	17.7	63.5	17.1	60.5	16.5	57.5	15.9	54.5	15.3	41.5	14.7	38.5	12.3	23.5
9	17.1	69.9	16.5	50.7	15.9	47.5	15.3	44.3	14.7	41.1	14.1	37.9	12.0	32.9
10	17.3	68.6	16.7	54.8	16.1	52.0	15.5	49.2	14.9	46.4	14.3	43.6	13.5	38.6
11	15.0	47.4	14.5	35.4	14.0	33.4	13.5	31.4	13.0	29.4	12.5	27.4	11.4	23.4
12	16.8	67.3	16.2	54.6	15.6	51.9	15.0	49.2	14.4	46.5	13.8	43.8	12.2	38.8
13	17.9	71.3	17.3	58.8	16.7	56.3	16.1	53.8	15.5	41.3	14.9	38.8	14.0	34.8
14	15.5	45.0	15.0	39.3	14.5	37.6	14.0	35.9	13.5	34.2	13.0	32.5	12.0	28.5
15	15.6	47.0	15.1	39.0	14.6	37.0	14.1	35.0	13.6	33.0	13.1	31.0	12.1	27.0
16	16.8	68.9	16.2	49.9	15.6	42.9	15.0	39.9	14.4	36.9	13.8	33.9	12.2	28.9
17	15.5	47.3	15.0	38.3	14.5	36.3	14.0	34.3	13.5	32.3	13.0	30.3	12.0	26.3
18	16.3	48.1	15.7	45.7	15.1	43.3	14.5	40.9	13.9	38.5	13.3	36.1	12.4	31.1
19	17.1	71.1	16.5	48.4	15.9	45.7	15.3	43.0	14.7	40.3	14.1	37.6	13.1	32.6
20	16.0	41.7	15.4	39.4	14.8	37.1	14.2	34.8	13.6	32.5	13.0	30.2	12.0	25.2
21	17.1	70.5	16.5	50.8	15.9	48.1	15.3	45.4	14.7	42.7	14.1	40.0	12.4	35.0
22	15.4	49.7	14.8	38.7	14.2	36.7	13.6	34.7	13.0	32.7	12.4	30.7	11.5	26.7
23	16.0	57.8	15.4	48.8	14.8	36.8	14.2	34.8	13.6	32.8	13.0	30.8	12.0	26.8
24	16.2	45.7	15.6	43.3	15.0	40.9	14.4	38.5	13.8	36.1	13.2	33.7	11.3	28.7
25	16.6	48.6	16.0	46.1	15.4	43.6	14.8	41.1	14.2	38.6	13.6	36.1	12.3	31.1
26	17.0	66.6	16.4	57.4	15.8	54.6	15.0	41.8	14.6	39.0	14.0	26.2	13.1	11.2
27	15.6	40.4	15.0	38.4	14.4	36.4	13.8	34.4	13.2	32.4	12.6	30.0	11.6	16.4
28	16.8	50.8	16.0	48.0	15.6	45.2	15.0	42.4	14.4	39.6	13.8	36.8	11.5	21.8
29	17.0	52.5	16.4	49.7	15.8	46.9	15.2	44.1	14.6	41.3	14.0	38.5	13.1	13.5
30	15.1	37.6	14.3	35.6	14.1	33.6	13.6	31.6	13.1	29.6	12.6	27.6	11.7	23.6
31	17.1	63.2	16.5	55.8	15.9	47.6	15.3	44.8	14.7	42.0	14.1	39.2	12.3	14.2
32	15.6	39.8	15.0	37.8	14.4	35.8	13.0	33.8	13.2	31.8	12.6	29.8	11.0	15.8
33	16.6	69.8	16.0	57.3	16.0	44.8	14.8	42.3	14.2	39.8	13.6	37.3	12.7	32.3
34	15.3	48.3	14.2	36.3	14.1	34.3	13.5	32.3	12.9	30.3	12.3	28.3	10.3	24.3
35	18.3	73.3	17.4	68.0	16.8	61.7	16.2	60.4	15.6	55.1	15.0	41.8	13.0	3.8
36	17.7	67.1	17.1	61.9	16.5	54.7	15.9	41.5	15.3	38.3	14.7	25.1	12.0	20.1
37	17.3	68.9	16.7	58.0	16.1	44.9	15.0	41.8	14.9	38.7	14.3	35.6	13.0	30.6
38	15.9	60.3	15.0	57.3	14.7	54.3	14.1	41.3	13.5	38.3	12.9	25.3	11.0	20.3
39	17.3	61.8	16.7	58.6	16.1	55.4	15.1	52.2	14.9	49.0	14.2	35.8	13.0	30.8
40	15.4	46.0	14.9	42.0	14.4	40.0	13.9	38.0	13.4	37.0	12.9	31.0	11.9	26.0
41	16.4	48.8	15.7	46.1	15.1	43.4	14.5	40.7	13.9	38.0	13.3	35.3	11.4	24.3
42	17.0	54.0	17.1	51.5	16.5	49.0	15.9	46.5	15.3	44.0	14.7	41.5	12.0	36.5
43	16.0	42.6	14.6	41.4	14.1	38.4	13.6	37.4	13.1	34.4	12.6	32.4	11.0	28.4
44	18.5	70.8	17.4	67.8	16.8	54.8	16.0	41.8	15.6	38.8	15.0	35.8	14.0	30.8
45	15.9	57.2	15.0	54.5	14.7	51.8	14.1	49.1	13.5	46.4	12.9	43.7	11.9	28.7
46	18.1	76.0	17.5	62.3	16.9	59.6	16.3	56.9	15.7	44.2	15.1	31.5	14.3	16.5
47	16.8	50.2	16.2	48.9	15.6	45.6	15.0	43.3	14.4	41.0	13.8	38.7	12.1	33.7
48	16.9	50.9	16.3	48.5	15.7	46.1	15.1	43.7	14.5	41.3	13.9	28.9	12.9	23.9
49	16.8	68.8	16.2	55.6	15.6	53.0	15.0	50.4	14.4	47.8	13.8	25.2	11.2	14.2
50	-	-	15.3	51.9	15.3	49.4	14.4	47.0	14.1	44.6	13.5	42.2	12.5	27.0
TOTAL	810.	2792.	793.8	2473.	767.8	2288.7	735.	2125.	708.	1956.	679.	1714.	599.	129
	6	9		0			7	3	7	4	8	6	4	4.8
MEDIA	16.5	57.0	15.9	49.5	15.4	45.8	14.7	42.5	14.2	39.1	13.6	34.3	12.2	25.9
PECES	49	49	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Anexo 25.

Componente Hidropónico NFT



Anexo 26.

Componente Hidropónico MBGB



Anexo 27.

Sistema acuapónico NFT y MBGB



Anexo 28.

Replica de Sistema acuapónico NFT y MBGB



Anexo 29.

Toma de longitud de pez – *D. latifrons*



Anexo 30.

Siembra de pez – *D. latifrons*



Anexo 31.

Toma de Oxígeno disuelto



Anexo 32.

Toma de temperatura



Anexo 33.

Toma parámetros químicos

