

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES
INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA



**Comportamiento productivo de *Ocimum basilicum* L. (Albahaca) con
2 sustratos diferentes de siembra en un sistema acuapónico en
comparación con un sistema convencional en el distrito de
Yarinacocha.**

***TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGROFORESTAL ACUÍCOLA***

Presentado por:

Bach. LLERENA CHOTA GIANELLA JADIRA

YARINACOCHA - PERU

2023

ANEXO 16. ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



En la sala destinada para la sustentación de la tesis, Campus universitario de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, ciudad capital de Pucallpa, a ... horas del día ... del 2023, se reunió el Jurado de Tesis presidido por Dr. Rubén Casal Mateo e integrado por Mg.Sc. Jhon Ariles Sandi y Mg.Sc. Manuel M. Chuyoma T. en calidad de miembros, con la exclusiva finalidad de evaluar la sustentación de tesis titulada Comportamiento productivo de..., cuya responsabilidad corresponde al Bachiller: Jadira Eianella Herrera Obeto; a fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal Acuícola.

Terminada la sustentación, el autor de la tesis respondió a las preguntas formuladas por los miembros del jurado, cuya evaluación se consolida según la tabla y parámetros cuantitativos que siguen:

Presidente	<u>Dr. Rubén Casal Mateo</u>	<u>26</u>
Miembro	<u>Mg.Sc. Jhon Ariles Sandi</u>	<u>26</u>
Miembro	<u>Mg.Sc. Manuel Mario Chuyoma Tomalla</u>	<u>26</u>
	Promedio	<u>26</u>

El Jurado después de deliberar y calibrar los aportes de la tesis y la fundamentación del sustentante, compatibilizó el resultado cuantitativo con la tabla cualitativa equivalente sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como APROBADO asignándole un calificativo de Buena puntos, según el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.

Siendo las 11:26 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

 Presidente	 Miembro
 Miembro	

Nombre Asesor: Dr. Jacm Pérez Morán

Distribución: integrantes del Jurado de Tesis, tesista y archivo FICA (Todas con firmas en original).



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA

N°019 - 2023

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO TURNITIN

La Biblioteca Central, hace constar por la presente, que le informe Final (Tesis) titulado:

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OCIMUN BASILICUM L.
(ALBAHACA) CON 2 SUSTRATOS DIFERENTES DE SIEMBRA EN UN
SISTEMA ACUAPÓNICO EN COMPARACIÓN CON UN SISTEMA
CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE YARINACOCHA.**

Cuyo autor es : LLERENA CHOTA, GIANELLA JADIRA.

Facultad : FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES


Escuela Profesional : INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA.


Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 3%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecido en el **artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO**, aprobada con **RESOLUCIÓN N°164-2021-UNIA-CO**, el cual indica que no se debe superar el 24%. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si está dentro de los límites aceptables de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.**

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 18/03/2024

 UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL
DE LA AMAZONIA - UCAYALI


Dr. Mariano Magdalena Mendoza Carlos
DIRECTOR DE BIBLIOTECA CENTRAL

La primera universidad intercultural del Perú

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto tan importante de mi formación profesional, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Nieves.

Aquella mujer que me dio la vida y haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, pero más que nada, por su amor incondicional, dedico este trabajo de manera muy especial a mi madrecita quien ha dado su vida entera.

A mi padre Robinson.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor incondicional.

A mis hermanos.

Por ser la alegría de mi vida y la motivación en mi vida.

A mi abuelo Cesar

Que siempre ha estado junto a mí brindándome su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia por haber aceptado ser parte de ella y abierto sus puertas para poder estudiar la carrera de Ingeniería Agroforestal Acuícola y brindar su calidad educativa.
- Al asesor, Dr. Juan Luis Pérez Marín, y Co-asesor, Ing. Rogger Wagner Peña Pasmíño, por sus constante y desinteresado apoyo al desarrollo y redacción de mi tesis, por su exigencia y por brindar de sus conocimientos científicos, siendo de base fundamental para el desarrollo de la investigación. Por su paciencia al guiarme en el desarrollo de la tesis.
- Al Ing. MSc. Pablo Pedro Villegas Panduro, quien, brindando sus consejos, conocimientos científicos, que son la base de la investigación y el desarrollo de mi tesis.
- Al ONG INMED ANDES por permitir realizar mi proyecto de investigación en su campus institucional y el apoyo en el proceso de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE GENERAL	4
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
I. INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVOS.....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1. Antecedentes de la investigación	14
2.1.1. Internacional	14
2.1.2. Nacional	17
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1. Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L.).....	18
2.2.2. La acuaponía.....	26
III. MÉTODOS	31
3.1. Descripción y ubicación del área de estudios.....	31
3.2. Identificación y descripción del material experimental.....	31
3.3. Variables	31
3.4. Procedimiento	32
3.4.1. Descripción del sistema acuapónico.....	32
3.4.2. Sistema acuapónico con raíz flotante.....	33
3.4.3. Sistema acuapónico con grava.....	33
3.4.4. Sistema convencional.....	33
3.4.5. Almacigado de semillas de albahaca.....	33

3.4.6. Trasplante.....	34
3.4.7. Evaluación de parámetros.....	34
3.4.8. Manejo del sistema convencional.....	34
3.4.9. Manejo del sistema acuapónico.....	34
3.4.10. Cosecha.....	35
3.5. Población y muestra.....	35
3.5.1. Población.....	35
3.5.2. Muestra.....	36
3.6. Tratamientos.....	37
3.7. Recolección de datos.....	37
3.7.1. Descripción de las fuentes de información.....	37
3.7.2. Identificación y descripción de la unidad experimental.....	37
3.7.3. Descripción y justificación del tipo de muestreo.....	38
3.7.4. Descripción y justificación de las técnicas para la recolección de los datos.....	39
3.7.5. Procesamiento de los datos.....	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	40
4.1. Altura de planta.....	40
4.2. Numero de hojas.....	41
4.3. Numero de hojas atacadas por plagas.....	44
4.4. Peso final por planta.....	45
V. CONCLUSIONES.....	48
VI. RECOMENDACIONES.....	49
VII. BIBLIOGRAFIA.....	50
ANEXOS.....	54
ICONOGRAFÍA.....	57

ÍNDICE DE TABLA

tabla 1.	Clasificación taxonómica de <i>Ocimum basilicum</i>	19
tabla 2.	Composición de 100 g de albahaca.....	25
tabla 3.	Producción nacional de albahaca (<i>Ocimum basilicum L.</i>).....	26
tabla 4.	Variables evaluadas.	31
tabla 5.	Número de plantas por repetición y por tratamiento.	36
tabla 6.	Tratamientos estudiados.	37
tabla 7.	Altura de planta.	40
tabla 8.	Número de hojas por planta de albahaca.	42
tabla 9.	Número de hojas atacadas por plagas, por planta de albahaca.....	44
tabla 10.	Peso final por planta.	46
tabla 11.	ANVA para la altura de planta en la primera evaluación.	54
tabla 12.	ANVA para la altura de planta en la segunda evaluación.	54
tabla 13.	ANVA para la altura de planta en la tercera evaluación.	54
tabla 14.	ANVA para número de hojas por planta en la primera evaluación.	54
tabla 15.	ANVA para número de hojas por planta en la segunda evaluación.....	55
tabla 16.	ANVA para número de hojas por planta en la tercera evaluación.	55
tabla 17.	ANVA para número de hojas afectadas por plagas por planta en la primera evaluación.....	55
tabla 18.	ANVA para número de hojas afectadas por plagas por planta en la segunda evaluación.....	55
tabla 19.	ANVA para número de hojas afectadas por plagas por planta en la tercera evaluación.....	56
tabla 20.	ANVA para peso final por planta.....	56
tabla 21.	Base de datos del trabajo de tesis.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de albahaca (<i>O. basilicum</i>).	20
Figura 2. Principales regiones productoras de albahaca en el Perú. (Fuente: MINAGRI, 2018.)	26
Figura 3. Sistema acuapónico (Brenes et al., 2014).....	27
Figura 4. Ciclo del nitrógeno en acuaponía. (Huarilloclla, 2022).	28
Figura 5. Ubicación del sistema acuapónico del ISP Bilingüe, Yarinacocha.....	31
Figura 6. Distribución de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.	38
Figura 7. Altura de planta.....	41
Figura 8. Número de hojas por planta de albahaca.....	43
Figura 9. Número de hojas por planta de albahaca atacadas por plagas.....	45
Figura 10. Peso final por planta.	46
Figura 11. Almacigado de semillas de albahaca en tubetes.....	57
Figura 12. Construcción de biohuerto.	57
Figura 13. Fertilización de cama del biohuerto en el sistema convencional.	58
Figura 14. Limpieza de camas N° 5 y 6 del sistema acuaponico.....	58
Figura 15. Acondicionamiento de la cama con plancha de tecnopor para el sistema de raíz desnuda.	59
Figura 16. Medición de las plantas para el trasplante en los diferentes sistemas: raíz desnuda, gravas y convencional.	59
Figura 17. trasplante en el sistema acuaponico a raíz desnuda.....	60
Figura 18. trasplante en el sistema convencional.	60
Figura 19. trasplante en el sistema acuaponico en gravas.....	61
Figura 20. Evaluación del sistema acuaponico en raíz desnuda.	61
Figura 21. Evaluación del sistema acuaponico en grava.....	62
Figura 22. Evaluación del sistema convencional.....	62
Figura 23. Producción de albahaca en el sistema acuapónico con espuma (raíz desnuda).....	63
Figura 24. Producción de albahaca en el sistema acuapónico en gravas.	63
Figura 25. Producción de albahaca en el sistema convencional.	64

Figura 26. Evaluación de indicadores de desarrollo vegetativo de albahaca en el sistema acuapónico en gravas y sistema convencional.	64
Figura 27. Evaluación de indicadores de desarrollo vegetativo de albahaca en el sistema acuapónico con espuma (raíz flotante).	65
Figura 28. Evaluación del peso final por planta.....	65
Figura 29. Presencia de insectos comedores de hojas.	66

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar comportamiento productivo de *Ocimum basilicum* L. (Albahaca) con 2 sustratos diferentes de siembra en un sistema acuapónico en comparación con un sistema convencional en el distrito de Yarinacocha, el cual fue desarrollado en el Instituto Superior Pedagógico Bilingüe de Yarinacocha, en las instalaciones del Sistema Acuapónico perteneciente a la ONG INMED Andes, ubicado en la carretera San José 0,5 km, distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali. El sistema acuapónico estuvo sustentado por la crianza de *Piaractus brachypomus* "Paco" en etapa de juveniles, acondicionados en los tanques de crianza. Se utilizó el diseño completo al azar, con 3 tratamientos (Sistema convencional; sistema acuapónico con gravas y sistema acuapónico con espuma (raíz desnuda)) y 4 repeticiones, contándose con 12 unidades experimentales, determinándose que, el sustrato con gravas en un sistema acuapónico, mostro los mejores promedios en cuanto a la altura de planta, numero de hojas por planta y mayor peso final por planta, siendo a su vez, el que presento menor número de hojas afectadas por plagas, en la albahaca. El sustrato de espuma (raíz flotante) en un sistema acuapónico, mostro el menor promedio de altura de planta, menor número de hojas por planta y menor peso final por planta, siendo el sistema con regular número de hojas atacadas por plagas, en la albahaca. El sistema convencional mostró mayor altura de planta, menor número de hojas y regular peso final por planta, siendo el sistema con mayor número de hojas atacadas por plagas.

Palabras claves: sistema acuapónico, sistema convencional, gravas, raíz desnuda, albahaca.

ABSTRACT

The objective of the research work was to evaluate the productive behavior of *Ocimum basilicum* L. (Basil) with 2 different sowing substrates in an aquaponic system compared to a conventional system in the Yarinacocha district, which was developed at the Instituto Superior Pedagógico Bilingüe of Yarinacocha, in the facilities of the Aquaponic System belonging to the NGO INMED Andes, located on the San José highway 0.5 km, district of Yarinacocha, Province of Coronel Portillo, Ucayali Region. The aquaponic system was supported by the breeding of *Piaractus brachypomus* "Paco" in the juvenile stage, conditioned in the breeding tanks. The complete random design was used, with 3 treatments (conventional system; aquaponic system with gravel and aquaponic system with foam (bare root)) and 4 repetitions, with 12 experimental units, determining that the substrate with gravel in an aquaponic system, showed the best averages in terms of plant height, number of leaves per plant and greater final weight per plant, being, in turn, the one with the lowest number of leaves affected by pests, in basil. The foam substrate (floating root) in an aquaponic system showed the lowest average height of the plant, the lowest number of leaves per plant and the lowest final weight per plant, being the system with a regular number of leaves attacked by pests, in basil. The conventional system showed higher plant height, lower number of leaves and regular final weight per plant, being the system with the highest number of leaves attacked by pests.

Keywords: aquaponic system, conventional system, gravel, bare root, basil.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de albahaca peruana en 2018 fue de 6.537 toneladas. Los lugares más importantes del país son Arequipa, la metropolitana de Lima, el área cosechada fue de 482 hectáreas en Apurímac e Ica en 2018, los lugares más relevantes del país son Lima e Ica, las metrópolis del país (MINAGRI 2018).

El exceso de la población ha hecho que la carga alimentaria representado por la actividad agrícola-pecuaria afecte de manera negativa la demanda alimentaria. Acuaponía da una solución de obtener productos sanos, donde unen a la hidroponía y acuicultura el cual busca usar adecuadamente ambos recursos proporcionados (Pandales y De Jesús Santos, 2017).

Acuaponía promueve la producción limpia y sana, para así disminuir la pérdida suelo por erosión y los recursos naturales como bosques donde se busca un lugares para nuevos cultivos, los cuales son bajos en fertilidad por aplicar productos como sintéticos, lo que dificulta contar con sistemas de productos favorables con los diferentes ecosistemas, motivo por la cual se debe tomar a los sistemas acuapónicos como solución a este problema (Ramírez et al.2009, citado por Pandales & Santos,2017)

La albahaca es una verdura muy utilizada en la cocina y la industria en todo el mundo. Desde años atrás este producto ha constituido un importante un valor de mercado (Sanca, 2018). La albahaca es una hortaliza de reciente desarrollo para uso industrial (deshidratada y/o liofilizada) en nuestro país. El interés radica en que es un especie de gran valor comercial en el mercado extranjero

No existen muchos estudios sobre la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) en países como Perú, y no se conocen las formas de manejo para su producción, características agronómicas, condiciones agroecológicas y técnicas finales de conservación y aprovechamiento. Este cultivo está subestimado al tener poca o nula difusión en usos culinarios, medicinales y agrícolas (Sanca, 2018)

En Ucayali, el estudio de albahaca (*Ocimum basilicum*), es muy baja, motivo por la cual este estudio realizado es con la finalidad de obtener nuevos reportes de la productividad del cultivo, en acuapónico comparado a un sistema convencional.

Acuaponia muestra y enseña acerca de la producción de organismos acuáticos como alimento de los consumidores. Con ello se estaría logrando la doble producción con beneficio a un sistema nuevo y muy bueno para el mejoramiento de cambio climático actual, de esta manera se estaría dando alternativa de solución a los problemas dados con anterioridad, al ser una tecnología nueva que no se requiere grandes cantidades de H₂O, el cual está libre de productos sintéticos

OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar comportamiento productivo de *Ocimum basilicum* L. (Albahaca) con 2 sustratos diferentes de siembra en un sistema acuapónico en comparación con un sistema convencional en el distrito de Yarinacocha.

Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento de desarrollo vegetativo y productivo de *Ocimum basilicum* L. (Albahaca) en sustrato con grabas en un sistema acuapónico.
- Evaluar el comportamiento de desarrollo vegetativo y productivo de *Ocimum basilicum* L. (Albahaca) en sustrato de espuma (raíz desnuda) en un sistema acuapónico.
- Evaluar el comportamiento de desarrollo vegetativo y productivo de *Ocimum basilicum* L. (Albahaca) en un sistema convencional.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacional

Huito et al.(2023), El experimento se desarrolló en Ventilla el Altiplano central de Bolivia, el período del experimento duró 13 años. Usaron una prueba factorial con 2 factores (variedad: Nufar F1 e Italian large Leaf) y 2 niveles de abono foliar (Biol), donde observaron aleatoriamente bajo un DBC y encontraron que la albahaca se desarrolló mejor en el invernadero tipo Walipini (invernadero subterráneo), porque no se produjo acumulación de biomasa afectada significativamente. Se vio una relación buena entre el peso de la biomasa de Nufar F1 y las hojas grandes italianas cuando se aplicó Biol en dos niveles diferentes. Los resultados muestran que no existe necesariamente una correlación positiva juntando la acumulación de peso y UEA, por lo que se tiene como probabilidad que la albahaca puede darse en ambientes tipo Walipini de zonas semiáridas).

Benavides & Daza (2020), microorganismos del H₂O con técnica de acuaponia para producir cachama blanca, fresa(*Fregaria vesca*) y albahaca(*Ocimum basilicum*) recogieron 6 ejemplares de agua cada quince días en la entrada y salida en diferentes lugares del tanque, Para analizar el factor fisicoquímicos y micro-biológicos de la calidad del H₂O, se concluyó que los factores físicos los cambios de T° final de cada cultivo y cama fueron negativos, indicando un aumento de T°; en los factores químicos, indicando un aumento de temperatura. Finalmente se encontró en las mediciones que el parámetro pH cambia y por lo tanto las diferencias entre los cultivos en el lecho de grava son (≠0.5) para el cultivo de albahaca y (≠0.4) para el de fresa; la variable nitrito se mantiene estable al inicio y al final Según ambos cultivos y cada uno Con cada medición del lecho, la medición final de concentración de nitrato en el lecho flotante disminuyó en 20mg/L. para ambos cultivos.

Pandales & De Jesús Santos (2017), estudiaron la importancia de un sistema de acuaponía utilizando 3 diferentes variedades de albahaca. Afiliando la tilapia roja con un peso de inicio de 57.8kg, una densidad de 7.2kg/m³, donde se trabajo un plan de intervención experimental, dividido en 3 tratamientos, cada

tratamiento se replicó 6 veces por metro cuadrado experimental. La unidad estaba preparada. Se estudiaron factores de producción y productividad del cultivo, factores de producción, talla de la tilapia, así como la conducta de algunos factores físico-químicos que se unen en el acuaponía, a una densidad de plantas de 24 plantas, con un promedio de 144 plantas por tratamiento. Bajo las condiciones indicadas en este estudio, el sistema de acuaponía mostró un desempeño viable en la producción de tilapia y albahaca, produciendo concentraciones apropiadas de nutrientes para el crecimiento del cultivo.

Larrinaga, (2014), estudio la albahaca en 2 técnicas orgánicas en hidroponía, con una salinidad apropiada, en 4 condiciones de NaCl: 0,25,50,100, Mm) con 2 técnicas hidropónicas (raíz flotante por medio de goteo con sustrato de arena) durante quince a 45 días, la más alta tasa de crecimiento relativo, la tasa de aumento, índice de área de hojas, fotosíntesis, y la mejor se dio con raíz desnuda de 50mm de NaCl.

Ronzón et al.(2012) evaluó la efectividad de producción de *Ocimum basilicum* cultivada con sistemas hidropónicos (SH) vs. sistemas hidropónicos. En dos tanques (largo 4,0 m x ancho 0,80 m, alto 0,30 m) divididos en dos partes, se realiza un sistema de acuaponía (AS), que involucra el cultivo semi-intensivo de post-larvas de camarón malasio (*Macrobrachium rosenbergii*); En el primer experimento las plántulas se colocaron sobre arena salicilica y sustrato de tezontle, y en el segundo experimento las plántulas se fijaron en recipientes de plástico utilizando el mismo sustrato. Las plantas SA obtuvieron nutrientes de metabolitos de 800 larvas de camarón cultivadas en 2 estanques circular de 25m³ (estanque01: biomasa de inicio 0,13 gr, estanque02 con 2,19 gr), en tanto que las plantas SH utilizaron solución nutritiva de mercado (1,5gr). g/L. las plantas de albahaca, es posible junto con los camarones en sistemas de recirculación. Renueva la calidad del agua del estanque al absorber metabolitos nitrogenados a través del suelo.

Contreras & Gómez(2008) compararon el desarrollo y rendimiento de 3 cultivares de albahaca (Aromaz, Genovesa y Nufar) con 2 cantidades de fertilizantes en 2 sistemas de producción (cultivo en suelo e hidroponía). Se propusieron 4 etapas de cultivo, divididas según la fenología de la planta: adaptación, crecimiento, peso y producción (prefloración), cada etapa tiene una duración de 2 semanas. La cantidad de fertilizante es del 75% en la primera y

en la última fase sólo se añade el 90%. La producción del suelo dio como resultado plantas significativamente mejores en términos de área foliar y masa húmeda por unidad. No hubo relevancia notoria entre los diferentes tratamientos de solución nutritiva, lo que se asume que la aplicación de una solución al 75% al final de las cantidades recomendadas no afectaría el resultado de producción.

Mamani et al.(2021), analizaron los efectos con 3 cultivares de albahaca y 3 concentraciones nutritivas. El plan utilizado fue de parcela DCA, con 2 parcelas, 3 repeticiones y 9 tratamientos. causa A: concentraciones (Cabezas, FAO y Hochmuth) como parcelas más grandes, causa B: cultivares (Americana, Sucre y Superbo) como parcelas más pequeñas. La técnica de siembra utilizada es el trasplante directo de hongos de poliuretano, donde se produce la germinación. Entre ellos, la solución Cabezas del tratamiento 1 mostró las mejores características agronómicas entre los cultivares americanos, como tamaño de planta, diámetro, masa fresco cosechado y rendimientos, entre los cuales la aplicación de la solución Cabezas logró el mejor de los resultados.

Vallejo (2021) estudió la conducta agronómica de la albahaca en diferentes secuencias de riego. El estudio experimental adoptó un diseño de (BCA) con 5 tratamientos y cinco frecuencias de riego, replicados 4 veces a los 5 días, 10 días, 15 días, 20 días y 25 días con una duración de 2 horas. Capacidad y densidad de retención de agua. Ubicación del marchitamiento permanente, número de hojas, ramas y rendimiento por planta. La proporción de plantas tratadas tres veces en 15 días alcanzó el 38%. El lugar de marchitez constante para el tratamiento 3 llegó a 23,5% de la densidad, después de 15 días con una frecuencia de riego de 1,32 g/cm³ para la capa A y 1,12 g/cm³ para la capa B. La altura de las tres plantas tratadas fue de 51,90 cm, el ancho de las hojas fue de 59,98 cm, la cantidad de ramas por planta fue de 3,25 y el rendimiento fue de 1016,95 kg/ha.

Ramos (2021) estudio los parámetros de rendimiento y productos obtenidos del cultivo de langostino con albahaca, tomates, y 2 tipos de lechugas utilizando H₂O con salinidad baja. Los resultados obtenidos muestran que las aguas residuales del camarón provenientes de cultivos de baja salinidad pueden ser efectivamente utilizadas como una alternativa de H₂O y nutrientes para la lechuga y albahaca con recirculación continua, lo que demuestra ser una solución

sustentable que puede reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente. Tiene un mejor efecto sobre el efluente de agua de pozo y no afecta los parámetros físicos y químicos de la muestra. Sin embargo, el contenido de clorofila de la albahaca y la lechuga regadas con aguas residuales de camarón se redujo ligeramente en comparación con las soluciones

2.1.2. Nacional

Huarilloclla (2022) concluyo que la eficacia del agua de cultivo de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) para cultivar albahaca (*Ocimum basilicum*) en un sistema acuapónico con doce cestas de albahaca en 3 tratamientos, tratamiento uno (con dos plantas de albahaca), tratamiento dos (con cuatro plantas de albahaca) y el tratamiento tres (con seis plantas de albahaca) se replicó 4 veces. Al determinar la densidad de plantación de los cultivos de albahaca se encontró que la mejora de la calidad del agua no fue significativa para todos los parámetros físico-químicos del agua, pero el tercer tratamiento mostró los mejores resultados en cuanto al derivado de las características botánicas de los cultivos de albahaca y el resultado promedio es del tratamiento uno

Araujo y Calderón (2022) estudio la eliminación de nitratos por adsorción (biocarbon) y absorción mediante el cultivo de hortalizas (lechuga y albahaca) en sistemas acuapónicos. Produjeron biocarbón por pirólisis de vid a 537 °C con un rendimiento del 38,46 % y un contenido de carbono del 78,6 % utilizando diferentes dosis (500–250 gr.) en cada canal de la tecnología de película de alimentación. Los resultados demostraron que el uso de biocarbón granular (2 cm) no fue satisfactorio porque no proporcionó la suficiente remoción de nitratos y nitrificación, por el contrario; Las hortalizas crecieron en condiciones de buen pH (6-7) y mayor oxígeno disuelto (>3mg/L), alcanzando finalmente la lechuga (189 g, 34,07 g, 65,57 gr) y la albahaca (37,49 gr, 123 gr, 68,56 gr). con 500 g, 250 g y sin biocarbón. Por lo tanto, se puede argumentar que el uso de biocarbón con un tamaño de partícula más pequeño en sistemas acuapónicos dará buenos resultados.

Rueda(2023) trabajo con 3 densidades de tilapia en laboratorio acuapónico. A su vez utilizaron 300 alevines de tilapia con una biomasa de 5,09 gr, divididos en 3 tratamientos con 4 repeticiones, T 1: 180 peces, T 2: 250 peces y T 3: 320

peces/m³. En cada unidad experimental se sembraron dieciocho plantas de albahaca. Se uso un DCA para el analizar los datos, se uso regresión lineal para el rendimiento de los animales y la prueba S.N.K para la calidad del agua ($p>0.05$). El efecto de reproducción es mejor cuando se utilizan 180 peces/metro cúbico. Entre los factores de calidad del H₂O, los mejores resultados se observaron a una densidad de 180peces/m³ en base de 5.65mg/L,8.06, 537.75µS/cm y 0,20 mg/L. en DO,pH,CE,dióxido de nitrogeno., mostró mejores efectos en la fase de estudio inicial con valores de OD, pH, TDS y EC de 5.54mg/l, 8.01, 244.17mg/l y 369,17µS/cm, respectivamente, y NH₃, NO₂ y NO₃ a 0 mg/l.

Gamarra et al. (2021), hizo un estudio y evaluó la efectividad del albahaca, la lechuga (*Lactuca sativa*), pepino (*Cucumis sativus*), la espinaca (*Spinacia oleracea*), y el para eliminar el nitrato (NO₃) del agua de estanques de tilapia. Los ejemplares fueron estudiadas mediante espectrómetros de absorción atómica en el laboratorio de agua, Suelos, ambiente y Fertilización de la UNAM. Los resultados mostraron que la especie más eficiente fue la albahaca con un 83% de separación, seguida de la lechuga con un 80% de separación, el pepino con un 75% y la espinaca con un 73%. La eficiencia de eliminación de las variedades cultivadas es únicamente proporcionada al desarrollo de sus hojas y raíces.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

Origen del cultivo

La albahaca es originaria de Asia, principalmente de India. En la actualidad esta especie se cultiva en una variedad de climas en las regiones tropicales de América. La altitud de su origen está entre 0 y 1000 metros, y el clima es templado y cálido, resistente a las heladas y no tolera temperaturas inferiores a los -2°C. Los factores ambientales más importantes desarrollarse son: clima cálidos, moderadamente cálido, temperatura diurna 24-30°C y temperatura nocturna 16-20°C. En Colombia, la albahaca

se cultiva en invernaderos en zonas con mayor calor geotérmico. Humedad relativa: media 60 a 70%. (Alvaress un Riko, 2018).

Clasificación taxonómica

tabla 1. Taxonomía de *Ocimum basilicum*.

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Tribu	Ocimeae
Género	Ocimum
Especie	<i>Ocimum basilicum</i>

Fuente: Álvarez y Rico (2018).

Característica general del cultivo

Es una cultivable, de climas tropicales, Las hojas proporcionan aceites esenciales con un buen olor. Su longitud varía de tres a once centímetros y su ancho con 1 a 6 cm. cultivo anual, de 20-50cm de alto, con ramificaciones erectos. Sus hojas son muy opuestas, de forma peciolada, ovaladas, los bordes dentados. Flores de color blanco o blanco-rosado, simétricas, recogidas con racimos axilares, con cinco a seis flores dispuestas en cada ala. Se ubican en los tallos superiores. Floración de so fuerte se da en los meses diciembre-enero. El fruto es tetraeno y contiene cuatro semillas lisas y ovaladas que varían en color del marrón a negro. Con Aroma agradable (Fernández, 2023).



Figura 1. Planta de albahaca (*O. basilicum*).

Ecología

Se da en zonas templadas, especialmente en los territorios mediterráneos, a una altitud de 0a 1.800msnm. Tiene una temperatura cálida, no soporta temperaturas de -2°C.

Fenología

- La etapa (A) se da en la siembra hasta los siete días. Es aquí donde ocurren desarrollos fisiológicos como acumulación de agua, cambios en la estructura subcelular, elevación de la actividad respiratoria, síntesis, hidrólisis y, en última instancia, se estira del eje embrionario.
- El desarrollo de las primeras hojas verdaderas (etapa B) se da de los 13 y 17 días después de la siembra, respectivamente.
- La tercera etapa (C) ocurre en las axilas de las primeras hojas verdaderas 23-32 días luego de la siembra; esta etapa coincide con la expansión de las hojas verdaderas.
- Luego del despliegue de 7 a 8 pares de hojas, comienza a observarse la aparición de inflorescencias en el vástago central, las cuales se hacen visibles a los 40 días de la siembra de las semillas. Para las inflorescencias se da a los 50 y 66 días una vez desarrollado la siembra. La longitud del tallo floral puede alcanzar los 15 cm (Sanca, 2018).

Propagación

Por reproducción sexual de la propia planta, donde las semillas que se forman que deben plantarse para que las plantas hijas puedan brotar y comenzar a producir cultivos nuevamente.

La segunda no es una forma de reproducción, porque la planta resultante es un clon de la "madre", una parte de la "madre" que puede echar raíces y desarrollarse de forma independiente. Estos se llaman estaquillas.

Esquejes: cuando vas a multiplicar la planta de albahaca que aún no cuenta con semillas, puedes tomar esquejes que enraizarán y producirán nuevas plantas en unos pocos días.

Para ello, simplemente corta unos tallos laterales de al menos 10 cm de largo, retira las hojas inferiores y colócalas en un vaso lleno de agua limpia. El vaso con los esquejes se coloca en un lugar luminoso (sin luz solar directa) y cálido, al cabo de unos días se observará como aparece la raíz..

La necesidad renovar el agua constante (cada día o cada 2 días) para que el agua no se contamine con algún patógeno.

El proceso de enraizamiento será más eficaz si agrega algún tipo de agente de enraizamiento al agua (como uno hecho con lentejas germinadas o un agente de enraizamiento de comercio)

Cuando las raíces tengan la talla y número correctos, los esquejes pueden sacarse del agua y plantar en macetas o al suelo directamente. se recomienda protegerlas de la luz solar durante la semana 1, para que de tiempo de echar raíces y adaptarse a su nuevo ambiente.

Plagas

Es afectada por diversas plagas, cuya aparición depende del momento de la siembra, así como de diversos cambios en el clima, ya que los insectos son transportados por el aire. (Sanca, 2018).

- Lombrices de suelo: (*Feltia spp.*) las plantas se cortan y muerden en el cuello, especialmente en semilleros.(Sanca, 2018).

- Lombriz cuadrado: (*Pseudoplusia includens*) viven ocasionalmente en las nervaduras de las Hojas.

- Caracoles: distintas especies de moluscos de noche. Ocurren durante períodos de humedad alta. Su daño va desde comerse completamente las hojas hasta dejarlos con pequeños orificios. Durante el día se meten debajo de plantas, piedras, hojas o tierra suelta (Sanca, 2018).

- Nematodos: (*Meloidogyne incognita*) forman nódulos de diferentes tamaños y formas en las raíces, provocando coloración amarillenta, marchitez y crecimiento reducido (Sanca, 2018).

Suelos y condiciones climáticas.

La producción está controlada por correlaciones amplias entre la temperatura y las etapas ecofisiológicas asociadas. El éxito de la producción de la secuencia del momento de acuerdo a los estímulos climáticos durante el ciclo de existencia (Sanca, 2018).

• Clima

Necesita un cálido o templado clima, entre 24-30°C y una temperatura nocturna de 16-20°C combinadas con duraciones del día hasta de 16 horas favorecen un alto porcentaje de desarrollo.

• Altura

La altura es 0-1500 metros sobre el nivel del mar. La producción de hojas en invernaderos son más pequeñas y oscuras.

• Precipitación

Las precipitaciones son abundantes y regulares durante la temporada de crecimiento y menores durante la temporada de producción.

• Humedad

RH: media (60-70%)

manejo agronómico

• Suelo

Se trata de un tipo que no es especialmente exigente en relieve; se da en suelos profundos, ligeros y no necesita mucha materia orgánica; prospera en suelos aluviales ricos en humus y con buena estructura, buena acumulación de agua y buen drenaje. Crece bien en el medio ambiente; en cuanto a textura varían de franco a arcilloso (Sanca, 2018). Los rangos permitidos: un límite de pH superior de 8 y un límite de pH no menor de 6,5.

• Siembra

La siembra se puede realizar directamente o trasplantar. La distancia entre hileras recomendada es de 0,6 - 0,7 m, la distancia entre plantas es de 0,20 - 0,25 m, el ciclo de vegetación es de 5 a 6 meses y la primera cosecha es después de 65 a 90 días. (Sanca, 2018).

Sembrando 125gr en un semillero de 50m cuadrados se puede sembrar 1 hectárea de terreno, trasplantar cuando los plantines tengan 5hojas o tengan 15cm de alto.

• Densidad de siembra

La densidad de crecimiento de las hojas promedia entre 60.000 y 90.000 plantas por año. Con una distancia de 30cm entre planta e hilera.

Para producir de semillas, la siembra se hace con espaciamientos entre hileras y plántulas de 20 a 30cm, y con este tipo de siembra se pueden obtener 120.000 plántulas. hectáreas (Díaz, 2018).

• Fertilización y riego

López(2005) citado en(Díaz, 2018) menciona el uso de 100 a 150 unidades de N en forma de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ en 3 aplicaciones; 100 a 140u de P en forma de superfosfato y 100 a 140 unidades de sulfato potásico o abono complejo 12-12-12a dosis de 1kg/ha.

- **Limpieza**

Este trabajo se hace antes del montaje del cultivo y durante el ciclo de cosecha. Las malas hierbas hay que combatirlas mientras están vivas. La primera fase de cosecha, dentro de los 30 días posteriores de siembra. Luego hay lucha por el agua, nutrientes, luz y espacio. Al realizar un trasplante, es necesario comenzar a los 30 días del trasplante y se repite cada 15 días (López, 2005, citado en Díaz, 2018).

- **Cosecha**

La cosecha se realiza de manera convencional o mecanizada. Se sugiere hacer la cosecha en horas de la mañana. El corte recomendado es de 15 centímetros. (Vega et al., 2012, citado por Sanca, 2018).

Rendimiento y producción

La producción de la especie albahaca genovesa (*O. basilicum* Genovese) asciende a 360 gr. durante el ciclo la producción demora aproximadamente de 12 a 16 semanas. El rendimiento de albahaca es de entre 18 y 20 t ha⁻¹, y en forma deshidratada aprox. 10 t ha⁻¹ de albahaca en su forma seca (Forero, 2010, citado en Díaz, 2018).

El rendimiento de producción fresca alcanza de 20 t a 30 t por ha⁻¹. La pérdida de agua produce entre 1 y 1,5 t ha⁻¹, y promedio de 80 kg ha⁻¹ de aceite esencial (CCI, 2011).

Valor Nutricional

(USDA, 2010), confirma la constitución de nutrientes de un producto de albahaca alimenticio de 100 gr con el grasa baja y minerales (Ca y Fe), con vitaminas altas necesario para una buena nutrición en el ser humano, nos da un alto nivel de energía.

tabla 2. Constitución de 100 gr de albahaca.

Factor	Contenido	Unidad
Energía	23,00	Kcal
Proteínas	3,15	g
Lípidos	0,64	g
Vitamina A	264,00	mg
Tiamina	0,034	mg
Riboflavina	0,076	mg
Niacina	0,0902	mg
Folato	68,00	mg
Vitamina C	18,00	mg
Calcio	177,00	mg
Hierro	3,17	mg

Fuente: USDA(2013), citado por Sanca(2018).

Importancia de economía

En el pueblo peruano, los departamentos de mayor producción de esta en , Ica, Arequipa, Lima Metropolitana, Apurímac, (Fig. 02)

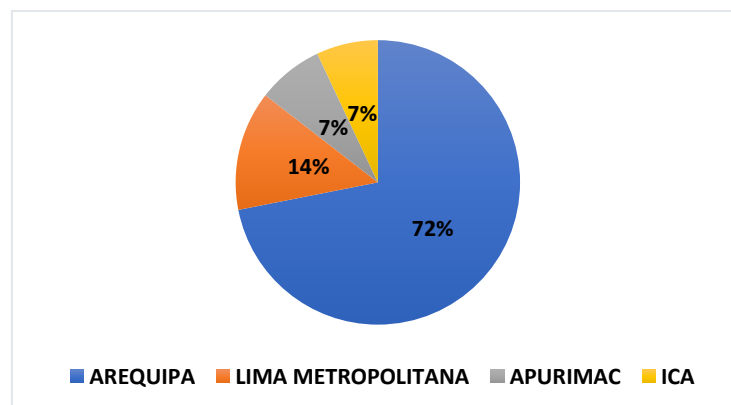


Figura 2. Producción de albahaca en el país peruano (Fuente: MINAGRI, 2018.)

tabla 3. Rendimiento nacional de albahaca

Región	Superficie (Ha)	Producción (t/año)	Rendimiento Promedio (t ha-1)
AREQUIPA	33	1960	59.393
LIMA METROPOLITANA	363	4067	11.203
APURIMAC	21	130	6.19
ICA	65	380	5.841

Fuente: MINAGRI (2018).

2.2.2. La acuaponía

Es la alternativa del futuro porque puede reducir impactos de medio en el que vivimos. Se considera la producción organismos acuáticos y plantas de preferencia hortalizas donde ambos se ayudan en forma de circuito cerrado de agua, los organismos acuáticos otorgan nutrientes a las plantas por medio de sus eses. (CICESE 2008, citado por Delgado 2020).

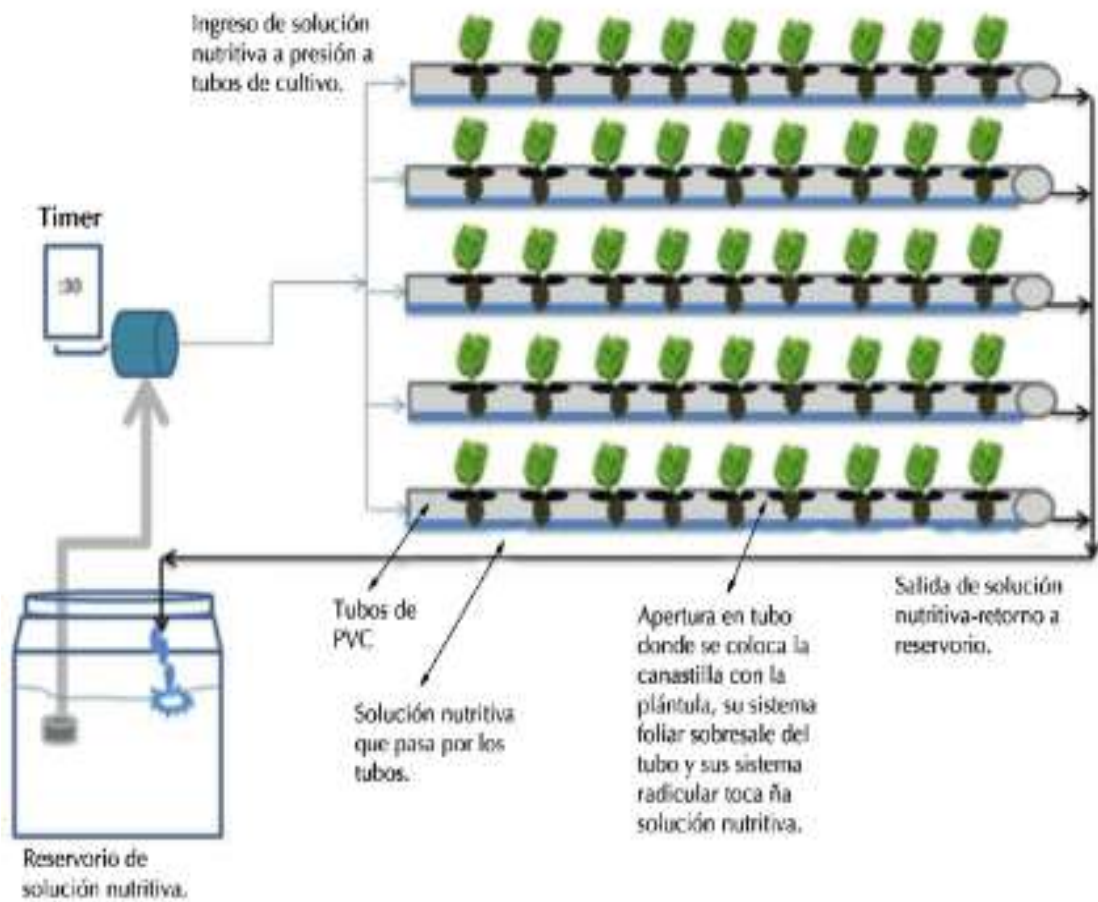


Figura 3. Sistema acuapónico (Brenes et al., 2014).

Características

- Es accesible
- Producción bajo riego
- Mejor espacio de producción (Muñoz, 2012, citado por Pilco, 2015).

La acuaponía y sus componentes

- Los tanques para peces son fáciles de almacenar, conservar limpio y fácil de quitar.
- Una centrífuga decantadora puede ser un tanque de sedimentación u otra cosa. El filtro selectivo protege la raíz del cultivo de la aglomeración de residuos orgánicos (Muñoz, 2012, citado en Pilco, 2015).

- Parte hidropónica. Las camas hidropónicas, camas de cultivo, el cultivo usa espuma para flotar en aguas crecientes el poliestireno sirve como aislamiento. En algunas oportunidades, los peces y plantas se puede colocar en la misma lugar. Sin embargo, cabe añadir una especie de rejilla o red para mantener alejada la vida acuática.

Compuestos nitrogenados

En el proceso de nitrificación, es un componente importante para el ciclo del nitrógeno, en el que las bacterias cumplen un rol importante en la conversión de amoníaco (NH_3). Debido a la presencia de este elemento tóxico, *N. eutropha* parece alimentarse de amoníaco y convertirlo en nitrito (NO_2), el nitrito convertido no es utilizado por las plantas y es agresivo cuando el nitrito (NO_2) está presente, bacteria llamada *Nitrobacter* aparece el cual convierte el (NO_2) en (NO_3), este elemento nitrogenado es un macronutriente que las plantas pueden captar a través de las raíces con la finalidad de promover el crecimiento vegetal (Castañeda, 2019, citado en Huarilloclla, 2022).

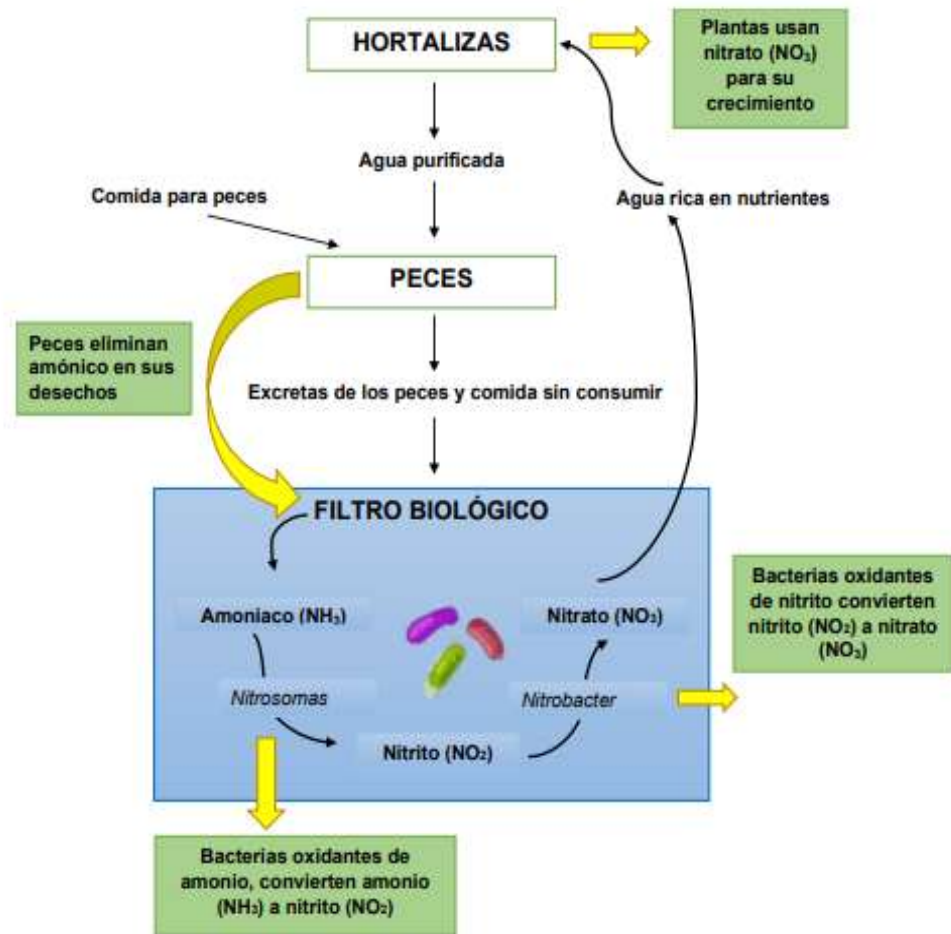


Figura 4. Acuaponía: Ciclo del nitrógeno(Huarillocla,2022).

Beneficios y obstáculos de la recirculación acuapónica

Beneficio

- Son sistemas de reutilización de agua donde es un medio eficiente de disminuir y usar los excrementos que se sueltan en el medio ambiente (Muñoz, 2012, citado por Pilco, 2015).
- Disminuye el valor de la producción acuática, proporciona vegetales de buen valor que pueden llamarse "productos sanos y orgánicos" y no usa insumos químicos.

Desventajas

- Esencialmente, acuaponía enfatiza el desarrollo de hortalizas. Sin embargo, es bueno recordar que hay 2 tipos de producción: vegetal y seres acuáticos (peces). Por lo tanto, se necesita conocimiento suficiente en organismos acuáticos y horticultura para brindar buenas opciones de sistemas de producción (Muñoz, 2012, citado Pilco, 2015).
- Se requiere individuos experimentados para mantener todos los componentes, el control biológico estricto de plagas es obligatorio y el conocimiento y la capacitación en la materia son mínimos.

III. MÉTODOS

3.1. Descripción y ubicación del área de estudios

presente experimento se desarrollo en el "I.S.P.B" de Yarinacocha, ambientes del S.Acuapónico constituido por la Ong Inmed Andes, situado en la car. de SanJosé 0,5 km, Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali. Las coordenadas geográficas del sistema acuapónico es la siguiente: Latitud: 8 ° 21 ' 47 " Longitud: 74 ° 34 ' 00 " altitud: 154m

Figura 5. sistema acuapónico en "I.S.P.B", Yarinacocha-Pucallpa

3.2. Identificación y descripción del material experimental

Se realizo dicho estudio en Albahaca, con la emergencia de plantulas y la cosecha, bajo 2sistemas de cultivo, en acuaponia(S.A): gravas(S.G) y espuma (raíz desnuda), y en el sistema convencional.

3.3. Variables

Las variables a estudiadas son las siguientes:

tabla 3. Variables estudiadas.

Tipo	Variables	Dimensiones	Instrumentos de medición
Independientes	Sustratos de siembra	Gravas	m ²
		Espuma (raíz desnuda)	m ²
		En camellones	m ²
Dependientes	Desarrollo vegetativo	Altura de la planta	Wincha
		Numero de hojas/planta	Conteo
		Numero de hojas atacadas por plagas/planta	Conteo
		Rendimiento	Balanza de precisión
Interviniente	Plagas y enfermedades	T°	Termómetro
		HR	Hidrómetro
		Ataque de insectos fitófagos	Observación

Operacionalización de variables

- Talla: se utilizó una wincha de 5m, se realizó la medición del nivel del tallo de las plantas, del cuello de la planta hasta la parte apical, en cm, a los 15 días, 30 días, 50 días luego del traslado en todos los sustratos, con gravas (C6), espuma con raíz desnuda (C5), y sistema convencional.
- Número de hojas / planta: se hizo conteo del general de hojas por planta a los 15 días, 30 días y 50 días luego del traslado en todos los sustratos usados.
- Peso de la planta: se utilizó balanza analítica, y se sacó el peso de las plantas recolectadas.

3.4. Procedimiento

3.4.1. Descripción del sistema acuapónico.

- El sistema de acuaponía consta de 8 lechos de vegetales y 4 estanques de peces en los que se cultiva *Piaractus brachypomus* (Paco).
- El semillero de hortalizas está fabricado con piedras preciosas, hierro y cemento, con el tamaño de: largo 7m, ancho 1.20m. El sustrato para el crecimiento de hortalizas se compone de grava (piedras pequeñas) de diferentes tamaños, la más pequeña tiene 0,6 cm de diámetro. y el mayor mide 5 cm de diámetro, espaciados uniformemente.
- Los estanques de peces mostraron medidas de 1,8 metros por 1,5 metros x 1,5 metros, siendo 4,05 metros cúbicos, contando con un 5 estanques de crianza de peces, en el sistema acuapónico (S.A).
- El H₂O es distribuido por tubos de pvc uniformemente para las camas con las plantas, y se encontraban controladas el aireador en los tanques se daba mediante el retorno de H₂O a los estanques por medio de la caída de H₂O.
- El H₂O circula por una bomba de 2HP, ya automatizado mediante el Timer para encender la circulación del H₂O en un periodo de 15 minutos con y descanso de 45 minutos .

3.4.2. Sistema acuapónico con raíz desnuda.

- Para el trabajo con raíz desnuda, el uso de vasos de plástico transparente con pequeños aberturas en la parte baja de cada vaso, para la aireación de las plantas.
- Los vasos y la esponja, sirvió para soporte de las plantulas y una base de Tecnopor como flotador.

3.4.3. Sistema acuapónico con grava

- Las camas con gravas del cultivo de la albahaca, tiene medidas de 7metros de L. x1.20metros de anch. el sustrato usado fue de grava (piedras chancadas) de distintos tamaños siendo el minimo de 0.5cm de \emptyset y el de tamaño mayorl a 5cm de \emptyset .

3.4.4. Sistema convencional.

- Para construir los camellones , se identificó un area dentro del sistema acuapónico.
- Con ayuda de la wincha se procedió a medir el camellón de 7m x 1,20m con un total de área de 8,4m².
- Se construyo un cajón usando 8tablas, martillo, clavos de 2 pulgadas
- Se movió el suelo con las palas, posteriormente se movió la tierra con la ayuda de un rastrillo, y se agrego abono gallinaza cinco sacos.

3.4.5. Cama almaciguera de semillas de albahaca

- Las semillas de albahaca (*Ocimum basilicum L.*) se obtuvo de la ONG IMED ANDES.
- Se procedió a efectuar la siembra de semillas , usando una cama lebantada con base de madera donde se hizo uso de tubetes conteniendo tierra preparada con abono, posteriormente se colocó 400gramos de semillas
- Al momento de la siembra, se uso la forma de riego con seguido en hileras pequeñas, para luego proceder a evaluar, en un tiempo de siete dias, se obtuvo un 98% de germinación

3.4.6. Trasplante.

- Se realizó una vez la planta obtuvo 3 pares de hojas los cuales obtuvieron 12-13cm de altura.
- El trasplante se efectuó en horas de la tarde con sombra para evitar un estrés mayor así mismo evitar la mortandad
- En esta tarea se realizó el trasplante bajo 3 sistemas de "siembra" en el sistema acuapónico: cama de gravas y espuma (raíz desnuda) cama, y sistema convencional, con distancia de 0.15metros x 0.15metros.

3.4.7. Evaluación de parámetros

- Talla de planta, número de hojas / planta y número de hojas perjudicadas por plagas / planta, se trabajaron a los 15 días, 30 días, 50 días luego del traslado a todos los sustratos usados.
- Peso de la planta, al instante de la cosecha del cultivo en todos los sustratos usados.

3.4.8. Manejo del sistema convencional

- Mientras crecen los cultivos, los lechos de plantas se desyerban manualmente y se riegan durante el día con regaderas. –
- Vigilar el lecho de albahaca en busca de plagas y enfermedades. Manejo del sistema acuapónico

Los peces.

- Los alevines en el sistema son *Piaractus brachypomus* "Paco" con una masa inicial de 8 gr/pez, son los organismos primeros en ingresar al sistema acuapónico, su excremento es favorable para la colonización de bacterias nitrificantes, el tiempo de ciclo se crea para cultivar plantas en las mejores condiciones.
- La densidad de población en todos los estanques de cría es de 50 alevines/metro cúbico. Se requirieron un total de 1010 alevines de *Piaractus brachypomus* "Paco".

Alimentación y ración

- Para determinar la nutrición realizar 1 biotest por mes y se realizo 3 biotest al finalizar la recolección de albahaca.
- Durante el mes 1 se uso alimento de pellet extruido (alimento primario) para peces marca Purigamitana®, la composición de nutrientes del concentrado es: 10 % fibra 3 % grasa, 28 % proteína cruda, y 12% humedad.
- La nutrición tiene una duración de 3 meses, dos veces al día a las 7:00 a. m. y a las 4:00 p. m. La comida se distribuye mediante una al voleo para que quede distribuida uniformemente.

Bacterias

- Cuando los peces comienzan a reproducirse en un tanque de cría, producen excrementos que aumentan el contenido de amoníaco y contienen bacterias Nitrosomonas. Los encargados de convertir el (NH₄) en (NO₂⁻). De esta manera , la acumulación de nitrógeno amónico disminuye y el contenido de nitrito aumenta, en este punto la bacteria Nitrobacter sp. Convierten los (NH₄) en (NO₂⁻)., en cuyo estado las plantas ya los absorben.
- .

3.4.9. Cosecha

- Se recolecto y cosecho la albahaca al día50, identificando su lugar de acuerdo a las repeticiones de acuerdo al tipo de sustrato con el que se trabajo
- Toda la producción fue donada a la Ong. inmed andes.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población.

Para encontrar la población se consideró la estructura ya fabricada para la cama de cultivo, las medidas eran de7metros de largoy 1,20metros de ancho con un tamaño de 8,4m², el cual fue dividido en4 repeticiones con un parcelas pequeñas de2.1m².

tabla 4. Número de plantas por repetición y por tratamiento.

Sistema	Sustrato	Distancia de siembra	Por repetición de 2,1 m ²	Total de plantas por tratamiento (8,4 m ²)
Acuapónico	En grabas	0,15m x 0,15m	93	372
Acuapónico	En espuma (raíz desnuda)	0,15m x 0,15m	93	372
Convencional	Convencional	0,15m x 0,15m	93	372

La población estuvo constituida por un total de 372 plantas por tratamientos; tanto para el sistema acuapónico con gravas y con espuma (raíz desnuda), y el sistema convencional con abono a base de gallinaza.

3.5.2. Muestra

La evaluación de la población son analisis donde se identifica, y aplica la fórmula siguiente, para descubrir el número de muestra:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Dónde:

n= Tamaño de muestra. = ?

Z= Nivel de confianza. = 95% = t = 1.96

p= Variabilidad positiva. = 50% = 0,5

q= Variabilidad negativa. = 50% = 0,5

E= Error o precisión . = 5%= 0,05

N= Tamaño de población = la población es 124 en la albahaca.

Hallar “n”

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,5) (0,5) (93)}{(93) (0,05)^2 + (1,96)^2 (0,5) (0,5)}$$

n = 75 plantas es la muestra, la elección de las muestras fue mediante el método probabilístico.

3.6. Tratamientos**tabla 5.** Tratamientos estudiados.

Tratamiento	Sistema	Descripción	Repeticiones	Por repetición de 2.1 m ²
1	Sistema convencional	convencional	4	93
2	Sistema acuapónico	En grabas	4	93
3	Sistema acuapónico	En espuma (raíz desnuda)	4	93

3.7. Recolección de datos**3.7.1. Descripción de las fuentes de información**

- La información usada son de fuentes de gran trayectoria científica y fuentes confiables (tesis, investigaciones científicas, libros Universidad Nacional de Ucayali., libros físicos pertenecientes a bibliotecas de la U.N.I.A

3.7.2. Identificación y descripción de la unidad experimental

- Las unidades de experimento fue distribuida por el plan del sistema acuapónico, en las camas 05, 06.

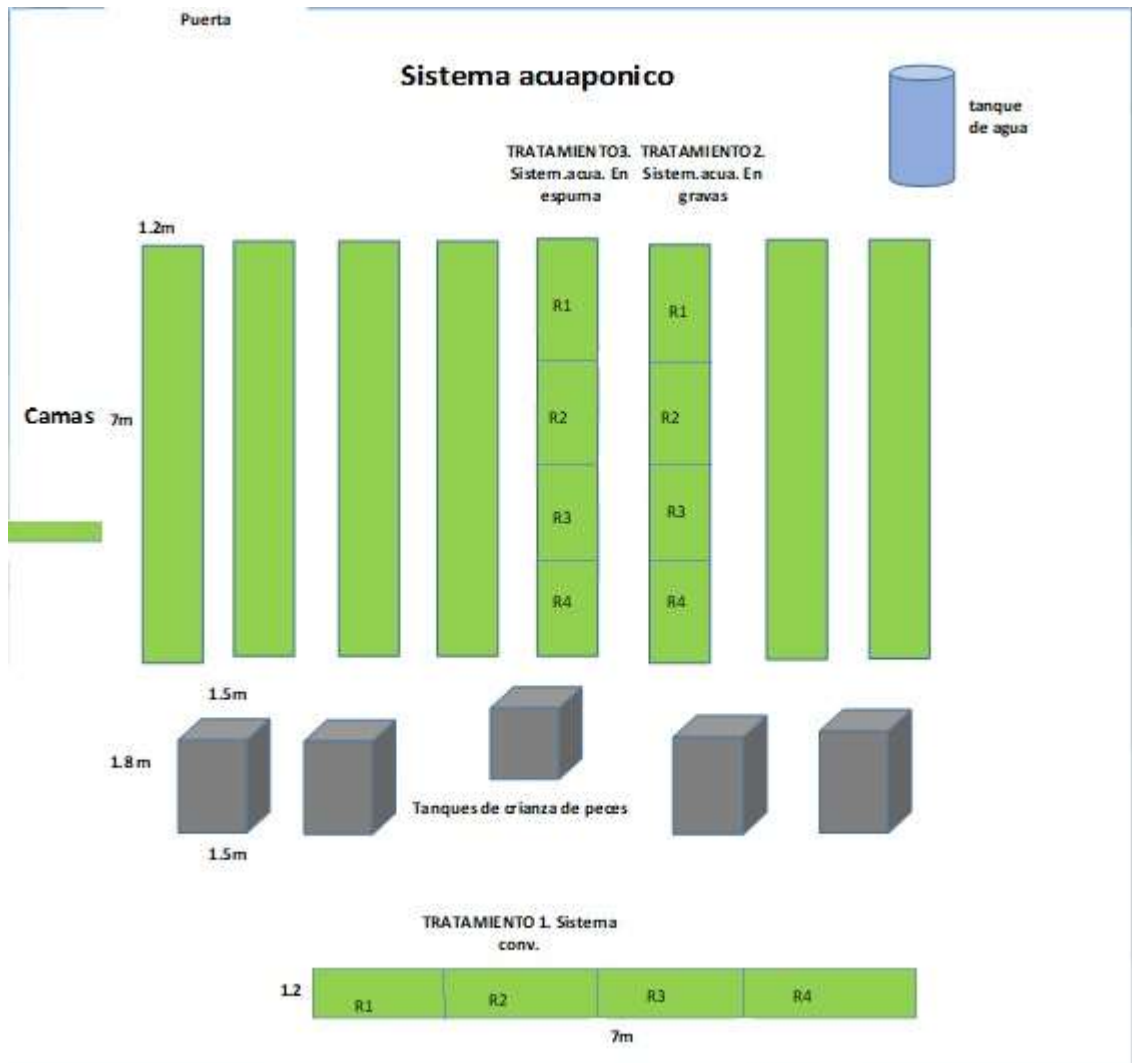


Figura 6. Distribución de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Se realizó el experimento bajo 3 tratamientos (sistema con gravas y con espuma (raíz desnuda), y el sistema convencional con fertilizante hecha de gallinaza) y 4 repeticiones por tratamientos.

3.7.3. Descripción y justificación del tipo de muestreo

La elección de plantas se realizó con base en el número de plantas contando como muestra, es decir $n = 75$ plantas. La muestra se seleccionó mediante un enfoque probabilístico. Las plantas elegidas fueron se les llevo el monitoreo de principio a fin.

3.7.4. Descripción, justificación de las técnicas para la recolección de los datos

La técnica directa que se utilizó en la investigación fue la experimentación y observación. El instrumento que se utilizó para recopilar los datos del experimento fue a través de formatos de evaluación con los resultados.

3.7.5. Procesamiento de los datos

Los resultados logrados al finalizar la tesis se analizaron mediante análisis (ANOVA) en un DCA de nivel de confiabilidad al 95%. Hubo significancia con los tratamientos realizados donde se uso el examen de Tukey para la media. El programa usado fue para el análisis estadístico fue SPSS versión 23.

Modelo matemático.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = el comportamiento productivo de la albahaca en el j-esima repetición del i-esimo tratamiento.

μ = es la media general del i-ésimo tratamiento.

τ_i = es el efecto de i-esimo tratamiento.

E_{ij} = es el efecto del error experimental con el j-esima repetición y el i-esimo tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Altura de planta

Las tablas número 11, 12 y 13, indican el análisis de ANVA que corresponde a las evaluaciones para el nivel de la planta de albahaca x planta, muestran que hay diferencias muy significativas entre los tratamientos realizados (ver anexos), por lo cual se muestra en la tabla 7, donde muestra los promedios de Tukey para todas las evaluaciones del nivel de planta de albahaca en los tratamientos realizados.

tabla 6. Altura de planta.

Tratamiento	Descripción	Evaluación 1 (cm)	evaluación 2 (cm)	evaluación 3 (cm)
1	Convencional	201a	392a	401,75a
2	Grava	124,75c	408,25a	412,75a
3	Raíz desnuda	180b	258b	265,75b

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

El examen de Tukey, en la talla de albahaca muestra que la evaluación 1, las plantas en el sistema convencional alcanzaron promedio de 201cm, mientras que en el sistema acuapónico a raíz desnuda, alcanzó el promedio de 180cm, y sistema acuapónico con en grava, obtuvo una altura de 124,75cm. En la evaluación 2 y 3, las plantas de albahaca en el sistema convencional y el sistema acuapónico con grava, ganaron los más altos promedios de crecimiento, no habiendo diferencias entre ellos, pero sí hubo diferencias notorias con respecto a las plantas de albahaca cultivadas en el sistema acuapónico con raíz desnuda, el cual mostró un bajo promedio de altura, como se observa en la sgt. figura.

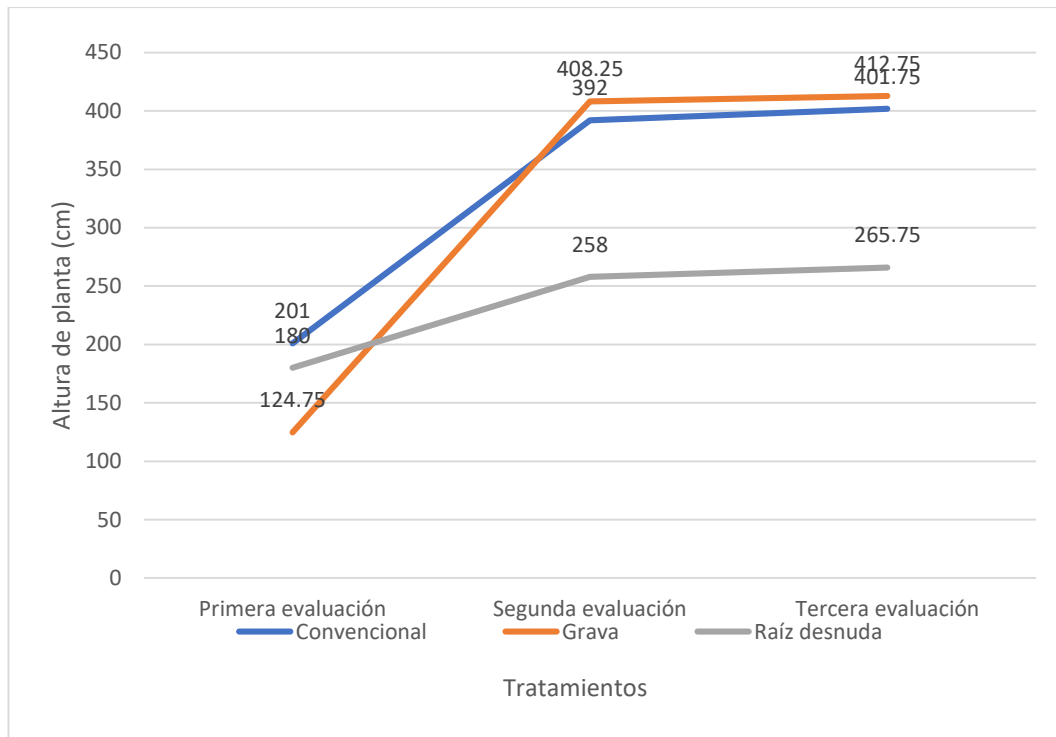


Figura 7. Altura de planta.

Benavides & Daza (2020) al los factores fisicoquímicos y micro-biológicos del H₂O originario de un sistema acuapónico con *Piaractus brachipomus* (Cachama blanca), *Fragaria vesca* y *Ocimum basilicum*, el pH se encontro cambios de ($\neq 0,5$) y fresa de ($\neq 0,4$) para albahaca, en cama con gravas; Las variables NO₂ se mantuvieron estables al comenzar y al finalizar de cada evaluacion; finalmente, en la medición final de nitrato, la concentración en el lecho disminuyó en más de 20mg/l para ambos cultivos. Lo cual muestra que acuaponia de espuma (raíz desnuda) los niveles de NO₃ son menores, llegando a un menor desarrollo de altura de las plantas de albahaca, confirmando los resultados obtenidos en el presente estudio.

4.2. Numero de hojas

La tabla numero14, numero15 y numero16, demuestran que el análisis de ANVA pertenecientes a la evaluación1, evaluación2 y evaluación3 para el número de hojas por planta, muestran que hay diferencias entre los tratamientos analizados (ver anexos), como se muestra en la tabla numero8, que de acuerdo a la prueba de Tukey la evaluación1,2 y 3, para el número de hojas por planta en los tratamientos desarrollados.

tabla 7. Número de hojas por planta de albahaca.

Tratamiento	Descripción	Evaluación 1	Evaluación 2	Evaluación 3
1	Convencional	34,38b	86,3c	112,55b
2	Grava	27,75c	153,2a	168,6a
3	Raíz desnuda	44,58a	120,7b	112,98b

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

El examen de Tukey, para el número de hojas por planta de albahaca, muestra que la evaluación1 las plantas de albahaca en acuaponia a raíz desnuda llegaron a obtener 44.58hojas promedio, seguido de las plantas de albahaca cultivadas en el sistema convencional, con 34.38hojas promedio, y por ultimo las plantas de albahaca cultivadas en acuaponia con grava, con 27.75hojas promedio. En la evaluación2, las plantas de albahaca cultivadas en acuaponia con sustrato grava, obtuvieron 153,2 hojas, logrando asi el mas alto promedio, posteriormente las plantas de albahaca cultivados en acuaponia en raíz desnuda 120,7hojas promedio y finalmente, las plantas de albahaca cultivados en el sistema convencional 86.3hojas con un bajo promedio. En la evaluación3, las plantas de albahaca cultivadas en acuaponia con sustrato grava, lograron 168,6hojas el mas alto promedio, seguido de las plantas de albahaca cultivadas en acuaponia en raíz desnuda obteniendo 112,98hojas promedio y el sistema convencional 112,55hojas promedio los cuales no se observó diferencias entre ellas, como se muestra en la siguiente figura.

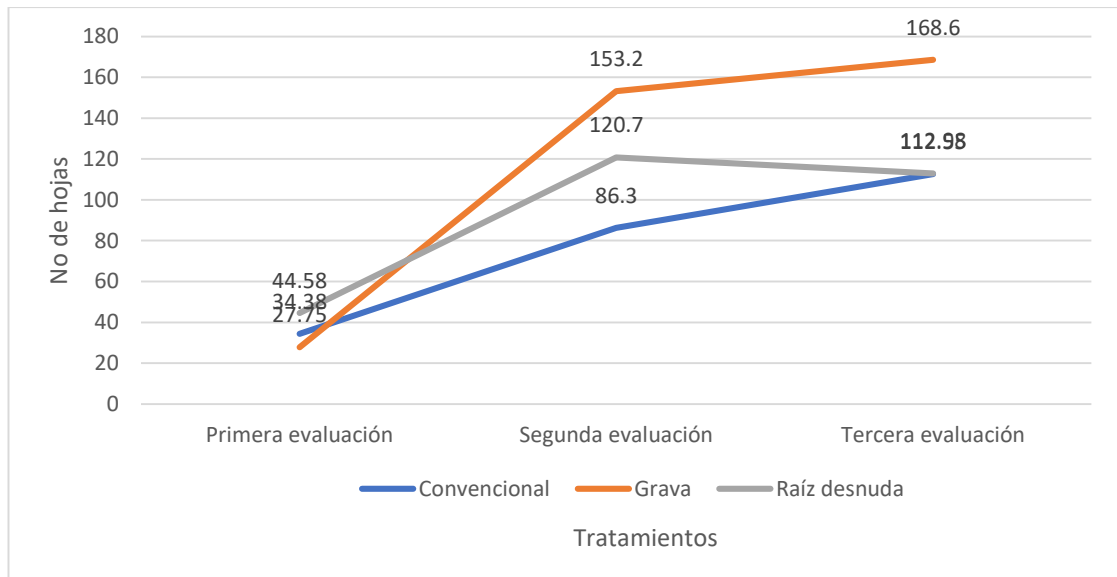


Figura 8. Número de hojas por planta de albahaca.

Aguirre (2023) menciona que, la acuaponía es un sistema de recirculación que integra el cultivo hidropónico y acuícola, donde se emplea los desechos de los peces como nutrientes para el cultivo de vegetales, haciendo un uso eficiente del agua, evitando que efluentes con altos contenidos de nitrógeno y fosforo se desechen causando problemas de eutrofización. Asimismo, el mismo autor, determinó la capacidad de absorción de nitrógeno y fosforo mediante el uso de la albahaca en sistemas acuapónicos con cultivo de tilapia, con tres densidades de peces (180 peces/m³, 250 peces/m³ y 320 peces/m³), demostrándose que existe una mayor absorción de nitrógeno a comparación del fosforo en relación con la densidad de peces, demostrándose además que, existe un mayor porcentaje de absorción de nitrógeno y fosforo en la menor densidad de peces (N: 17.21% y P: 13.31%), observándose además que, la albahaca tuvo mejor desarrollo en la mayor densidad de peces, relacionándose a la mayor concentración de nitrógeno en el efluente de los tanques de crianza de peces, lo cual corrobora los resultados de mayor numero de hojas en las plantas de albahaca cultivadas en gravas, ya que en dicho sustrato, la actividad microbiana de bacterias nitrificantes es mayor en comparación con el sistema convencional y el sistema acuapónico con espuma (raíz desnuda).

4.3. Numero de hojas afectados por plagas

La tabla numero17, numero18 y numero19, demuestra que el análisis de ANVA correspondiente a la evaluación 1,2y3 el número de hojas atacadas por plagas, por planta de albahaca, muestran que, la evaluación1 no tienen diferencias significativas, mientras que la evaluación 2 y 3, se encontro diferencias notorias en los tratamientos estudiados (ver anexos), lo el cual se muestra en la tabla numero 9, en el cual se demuestra el promedio de análisis de Tukey para la evaluación1, evaluación2 y evaluación3 para el número de hojas atacadas por plagas, por planta de albahaca.

tabla 8. Número de hojas perjudicado por plagas, por planta de albahaca.

Tratamiento	Descripción	Evaluación 1	Evaluación 2	Evaluación 3
1	Convencional	0,45a	6,5a	6,25a
2	Grava	0,4a	2,55c	2,55c
3	Raíz desnuda	0,57a	3,7b	3,45b

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

El examen de Tukey, para el número de hojas afectados por las plagas, por planta de albahaca, muestra que, en la evaluación1, todos los sistemas de cultivo de plantas de albaca no hubo diferencias para el numero de hojas atacadas por plagas. La evaluación 2 y 3, las plantas cultivadas en el sistema convencional, se observo que en las hojas afectadas por plagas fue el mejor , mostrando asi diferencias con respecto a las plantas de albahaca cultivadas en acuaponia a raíz desnuda, el mismo que se aprecio diferencias significativas con respecto a las plantas de albahaca cultivadas en acuaponía con gravas, el cual indico que el número de hojas afectadas por plagas fue menor, como se muestra en la siguiente figura.

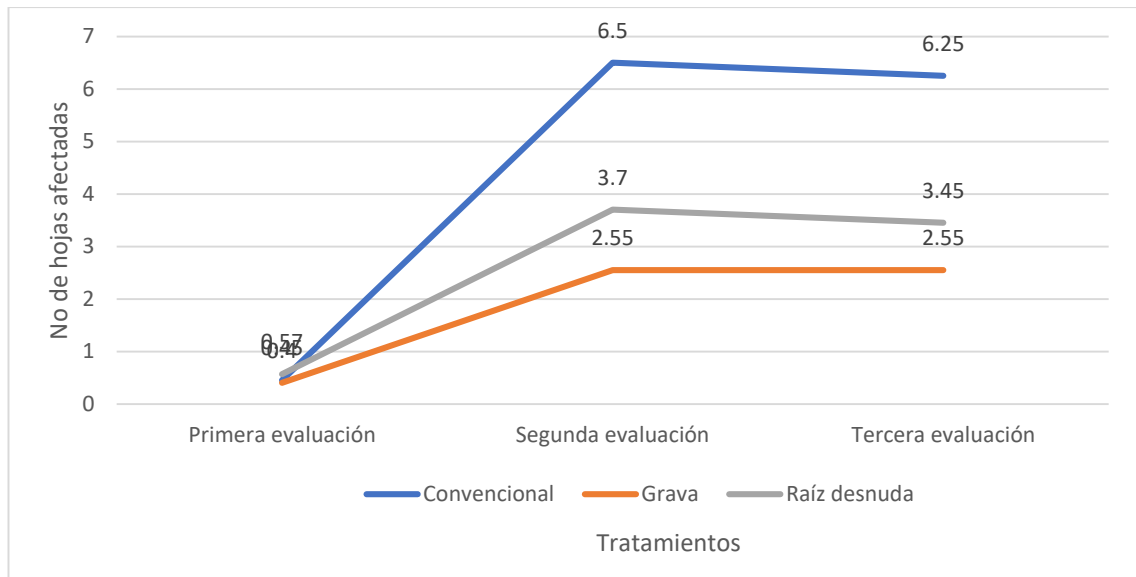


Figura 9. Número de hojas por planta de albahaca afectados por plagas.

La agresión de los insectos observados en el presente trabajo, corresponde a insectos devoradores de hoja como es el caso de *Diabrotica* sp. y un Coleóptero aún no se ha reconocido, en el sistema convencional se registraron mayor el ataque. Caló(2011) menciona que, Insectos como moscas mas comunes, son los ácaros, los pulgones o chinches no son comunes, pero si están presentes, se pueden tratar con melaza diluida y rociar sobre el follaje de la planta, o, detergente blanco disuelto en agua y aplicar en las hojas, u otros tipos de recetas caseras, para generar un control orgánico de plagas.

4.4. Peso final por planta

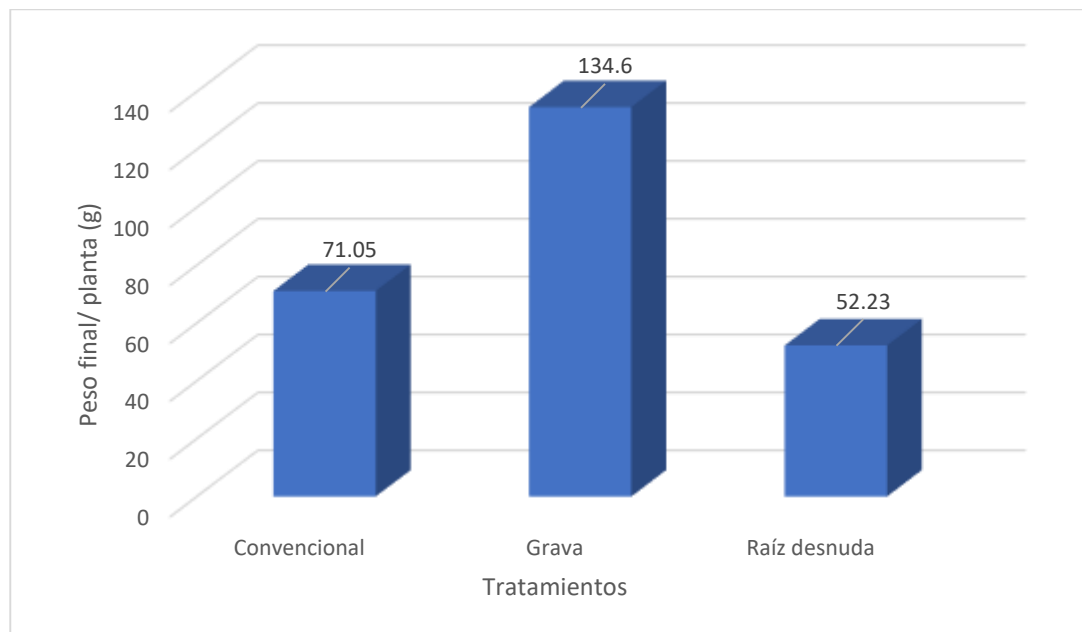
La tabla numero 20, indica el análisis de ANVA, el acabado del peso de la albahaca por planta, mostrando que si hay diferencias significativas notorias entre los tratamientos realizados (ver anexos), tal como indica la tabla numero 10, en el que se observa el análisis de Tukey para el peso acabado de la albahaca por planta, en los tratamientos realizados.

tabla 9. Peso final por planta.

Tratamiento	Descripción	Peso final/planta (gr)
1	Convencional	71,05b
2	Grava	134,6a
3	Raíz desnuda	52,23c

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

El examen de Tukey, es la masa final de la albahaca x planta, lo que indica que, las plantas de albahaca cultivadas en acuaponia con grava, indicio 134.6gr. mejor promedio de peso por planta, donde si hubo diferencias notorias en cuanto a las plantas de albahaca cultivadas en el sistema convencional 71.05gr, el mismo que mostró diferencias con respecto a las plantas de albahaca cultivadas en acuaponia a raíz desnuda (52,23gr) el mismo que logró un peso muy de la planta, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 10.** Peso final por planta.

Morales (2019) diseñó un sistema acuapónico piloto aplicado a tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) y albahaca (*Ocimum basilicum*) recolectando datos de su operatividad en función al cultivo de las 2 especies. Se inició con un modelo piloto para evaluar la producción de la tilapia, la albahaca y los parámetros de calidad del agua, obteniendo resultados: biomasa inicial de la tilapia 3,88gr, biomasa final 10,69 gr, peso inicial de la albahaca 1,2 gr, peso final 245,3 gr y la calidad

(Amonio/amoniaco, Nitritos, Nitratos, dureza de carbonato, dureza total, pH y T°) fluctuaron y se estabilizaron al final del cultivo, no habiendo mortandad. En el segundo cultivo, se dobló la producción de albahaca en un mismo cultivo, dos corridas de albahacas por una de tilapias dando como resultados: biomasa inicial de la tilapia 6.08 gr, biomasa final 21,57 gr. Primera corrida de albahacas: peso inicial 3,0 gr, peso final 106,05 gr. Segunda corrida de albahacas: peso inicial 4,38 gr, peso final 158,33 gr y la calidad de agua tuvo un descenso significativo y mejorado en la concentración de nitratos (NO₃-) de 80 mg/L a 20 mg/L que se mantuvo constante. Lo cual concuerda con los resultados de peso final de albahaca en el sistema acuapónico en grava, siendo el promedio de peso por planta de 134,6 gr y lo reportado por Morales fue de 158,33 gr, generándose una diferencia de 23,73 gr de peso final de albahaca, lo cual se acerca mucho, corroborando los resultados obtenidos en el presente estudio.

Asimismo, Pandales y Cepeda (2019) afirman que, la acuaponía es una alternativa de producción limpia y sostenible, que combina la hidroponía y acuicultura buscando aprovechar adecuadamente dichos recursos. Los autores evaluaron el desempeño de un sistema acuapónico con tres variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.), demostrando que, la variedad Genovese (T1) presentó los mejores resultados excepto el número de tallos, seguida de la variedad Tailandesa (T3) y por último la Dark opal purple (T2). Las cuales mostraron rendimientos superiores a los cultivos tradicionales en suelo, y pueden considerarse como una buena alternativa para ampliar las variedades cultivadas en el país. El desarrollo de las plantas de albahaca en sistema acuapónico es precoz y puede duplicar en número de cosecha por año, generando, además, buenos niveles de producción y acumulación nutrientes para el desarrollo de las plantas y peces, lo que hace que sea una alternativa que permite la reducción en la compra de fertilizantes de origen sintético. Este sistema de producción es una forma eficiente para reducir el impacto ambiental negativo al aprovechar los recursos naturales en espacios reducidos y a la vez una alternativa amigable y sustentable, lo cual corrobora los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, bajo condiciones de Yarinacocha, Ucayali.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- El sustrato con gravas en un sistema acuapónico, mostro los mejores promedios en cuanto a la altura de planta, numero de hojas por planta y mayor peso final por planta, siendo a su vez, el que presento menor número de hojas afectadas por plagas, en la albahaca.
- El sustrato de espuma (raíz desnuda) en un sistema acuapónico, mostro el menor promedio de altura de planta, menor número de hojas por planta y menor peso final por planta, siendo el sistema con regular número de hojas atacadas por plagas, en la albahaca.
- El sistema convencional mostró mayor altura de planta, menor número de hojas y regular peso final por planta, siendo el sistema con mayor número de hojas atacadas por plagas.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente

- Cultivar la albahaca en un sistema acuapónico en sustrato con grava, por su mayor rendimiento.
- Estudiar el comportamiento de la albahaca frente a la aplicación de abonos foliares biológicos compatibles con el cultivo de plantas en sistemas acuapónicos.
- Estudiar el comportamiento de la albahaca frente a la aplicación de abonos foliares convencionales compatibles con el cultivo de plantas en sistemas acuapónicos.
- Estudiar el comportamiento productivo de especies de hojas regionales como el sachaculantro, en sistemas acuapónico.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre Gomez, F.M. (2023). Absorción de nitrógeno y fosforo mediante el uso de *Ocimum basilicum* (Albahaca) en un sistema acuapónico con cultivo de *Oreochromis niloticus* (Tilapia). Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria De La Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Tingo María – Perú, 2023. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2428>
- Álvarez Alarcón, J. A., & Rico Acosta, H. J. 2019. Respuesta de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) variedad Genovesa a la propagación con cuatro sustratos en una casa malla en la granja de la Universidad de los Llanos Sede Barcelona.
- Araujo Gomez, A. K., & Calderon Sulca, A. C. 2022. Sistema de adsorción y cultivo de hortalizas para la remoción de nitratos en un sistema acuapónico, 2022. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.
- Benavides Claros, C.A. & Daza Rodríguez, Y.C. 2020. Evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua de un sistema acuapónico para la producción de cachama blanca *Piaractus brachypomus*, 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.
- Caldas Quiñonez, A. L., Castillo Deza, I. A., Prado Moscoso, S. Y. G., Rosales Quiroz, L. R., & Vargas Leiva, L. D. 2019. Diseño y construcción de sistemas acuapónicos a pequeña escala para familias de la región Piura. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. 205p. <https://hdl.handle.net/11042/4285>
- Caló, P. 2011. Introducción a la acuaponía. *Centro Nacional de Desarrollo acuícola (CENADAC). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina.*
- Contreras V, A., & Gómez V, C. D. J. 2008. *Evaluación de tres variedades de albahaca y dos dosis de fertilización en producción hidropónica y en suelo* (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012).

- Delgado Gavilano, N. 2020. Aprovechamiento de efluentes provenientes de los sistemas de recirculación acuícola del cultivo de Tilapia (*Oreochromis* sp.) en Acuaponía. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Ciencias Ambientales. Escuela De Posgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Díaz Larico. 2018. Fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad de albahaca (*ocimum basilicum* L.) en zonas áridas. Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Agronomía. Escuela Profesional y Académica de Agronomía.
- Fernández. 2003. Fichas de cultivo de especies aromáticas tradicionales, INIA, 1-21p.
- Gamarra Alcántara, J. C., Gamarra Alcántara, R. V., & Mija Huamán, E. 2021. Eficiencia en la remoción de nitratos utilizando cuatro tipos de plantas en un sistema acuapónico. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.
- Huarilloclla Taipe, R. 2022. Agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum basilicum*) en sistemas acuapónicos, Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad Cesar Vallejo.
- Huito-Tarquino, L.E., García-Apaza, E., Conde-Viscarra, E. 2023. Effects of foliar biofertilization on the Water Use Efficiency in different varieties of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 34(1), 14.
- Larrinaga Arce, J. Á. 2014. Evaluación de la respuesta de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) cv. Nuffar al estrés salino en dos cultivos hidropónicos orgánicos. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias, Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Mamani Clemente, S.E., Blanco Villacorta, M.W., Vicente Rojas, J.J. 2021. Evaluación de tres variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en tres soluciones nutritivas en sistema hidropónico de raíz flotante en el Municipio de El Alto. *Apthapi* 7(3):2101-2207. Septiembre-diciembre, 2021. ISSN: 2519-9382

- MINAGRI, 2018. Anuario Estadístico de Producción Agrícola, Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. Edición: Lima, noviembre 2019.371p.
- Morales Huamán, A. H. (2019). Diseño, construcción y evaluación de un sistema acuapónico prototipo, aplicado a tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) y albahaca (*Ocimum basilicum*). Universidad Nacional Federico Villareal. Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor. Lima – Perú.
- Pandales Becerra, L. A., & Santos Cepeda, H. D. J. 2017. Evaluación del desempeño de un sistema acuapónico con tres variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) bajo condiciones de invernadero como una alternativa de producción limpia. Investigación científica para obtener el título de Tecnólogo en Horticultura. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas. Tecnología en Horticultura.
- Pilco Vergaray, J. 2015. Comportamiento productivo de dos densidades de siembra de *Piaractus brachypomus* “Paco” en un sistema acuapónico superintensivo, en el IESPPB, 2015. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroforestal Acuícola. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia. Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales.
- Ramos Sotelo, H. 2021. Evaluación del cultivo integrado camarón – hortalizas sobre la producción y parámetros de calidad de tomate, albahaca y lechuga. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Biotecnología. Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Programa Regional Posgrado en Biotecnología. Doctorado en Ciencias en Biotecnología.
- Ronzón-Ortega, M., Hernández-Vergara, M. P., & Pérez-Rostro, C. I. 2012. Producción hidropónica y acuapónica de albahaca (*Ocimum basilicum*) y langostino malayo (*Macrobrachium rosenbergii*). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(2), S63-S71.
- Rueda Liberato, A. C. 2023. Evaluación de tres densidades de cultivo de *Oreochromis niloticus* (tilapia nilotica) en acuaponía en condiciones de laboratorio. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria De La Selva. Facultad de Zootecnia. Escuela Profesional de Zootecnia.

- Sanca Mendoza, J. I. 2018. Informe por servicios profesionales: “Manejo del cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum*) Var. Genovessa para la planta procesadora agroindustrial la Joya SAC-Arequipa”. Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Agronomía. Escuela Profesional y Académica de Agronomía.
- Vallejo, 2021. Comportamiento agronómico de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) a varias frecuencias de riego, yaguachi, guayas, Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias. 71p.
- Zavala Aulla, E. 2018. Evaluación del sistema acuapónico de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y la hidroponía en la producción de forraje verde de cebada (*Hordeum vulgare*), Abancay–Apurímac-2018. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Tecnológica de Los Andes. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Agronomía.

ANEXOS.

tabla 10. ANVA para la altura de planta en la primera evaluación.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	124,102	2	62,051	135,466	,000
Error	4,123	9	,458		
Total	128,224	11			

tabla 11. ANVA para la altura de planta en la segunda evaluación.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	543,935	2	271,968	68,935	,000
Error	35,508	9	3,945		
Total	579,443	11			

tabla 12. ANVA para la altura de planta en la tercera evaluación.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	536,347	2	268,173	155,688	,000
Error	15,503	9	1,723		
Total	551,849	11			

tabla 13. ANVA para número de hojas por planta en la primera evaluación.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	574,682	2	287,341	38,584	,000
Error	67,025	9	7,447		
Total	641,707	11			

tabla 14. ANVA para número de hojas por planta en la segunda evaluación.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	8953,627	2	4476,813	226,763	,000
Error	177,680	9	19,742		
Total	9131,307	11			

tabla 15. ANVA para número de hojas por planta en la tercera evaluación.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	8314,565	2	4157,283	1006,945	,000
Error	37,158	9	4,129		
Total	8351,723	11			

tabla 16. ANVA para número de hojas afectadas por plagas por planta en la primera evaluación.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	,065	2	,033	1,481	,278
Error	,198	9	,022		
Total	,263	11			

tabla 17. ANVA para número de hojas afectadas por plagas por planta en la segunda evaluación.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	33,020	2	16,510	55,652	,000
Error	2,670	9	,297		
Total	35,690	11			

tabla 18. ANVA para número de hojas afectadas por plagas por planta en la tercera evaluación.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	29,787	2	14,893	85,376	,000
Error	1,570	9	,174		
Total	31,357	11			

tabla 19. ANVA para peso final por planta.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	14904,832	2	7452,416	466,757	,000
Error	143,697	9	15,966		
Total	15048,529	11			

tabla 20. Base de datos del trabajo de tesis.

Trat.	Repet.	Primera evaluación			Segunda evaluación			Tercera evaluación			Peso final de plantas (g)
		Altura de planta (cm)	Nº de hojas	Nº hojas afectadas por plagas	Altura de planta (cm)	Nº de hojas	Nº hojas afectadas por plagas	Altura de planta (cm)	Nº de hojas	Nº hojas afectadas por plagas	
1	1	20,7	35,2	0,4	37	87,6	6	38,8	110,8	6	67,9
1	2	18,9	33,4	0,6	43	90,2	7,5	43,1	114,7	6,5	71,6
1	3	20,2	35,6	0,5	40	86,8	6,8	39,7	111,9	6,8	79,7
1	4	20,6	33,3	0,3	36,8	80,6	5,7	39,1	112,8	5,7	65
2	1	13,45	31,2	0,3	39	156,4	2,5	40,6	166,8	2,5	132,6
2	2	12,1	27,8	0,3	40,8	147,2	2,1	41,3	165,6	2,1	134,6
2	3	12,05	26,8	0,4	42,4	160,5	2,5	42,1	170,3	2,5	135,2
2	4	12,3	25,2	0,6	41,1	148,7	3,1	41,1	171,7	3,1	136
3	1	17,3	42,8	0,4	24,7	120,5	4	25,8	111,6	3	50,5
3	2	18,5	40,1	0,5	25,7	118,5	3,4	26,3	113	3,4	51,4
3	3	18,1	48,3	0,8	27,4	122,4	3,7	27,9	112,8	3,7	51,4
3	4	18,1	47,1	0,6	25,4	121,4	3,7	26,3	114,5	3,7	55,6

ICONOGRAFÍA



Figura 11. Almacigado de semillas de albahaca en tubetes.



Figura 12. Construcción de biohuerto.



Figura 13. Fertilización de cama del biohuerto en el sistema convencional.

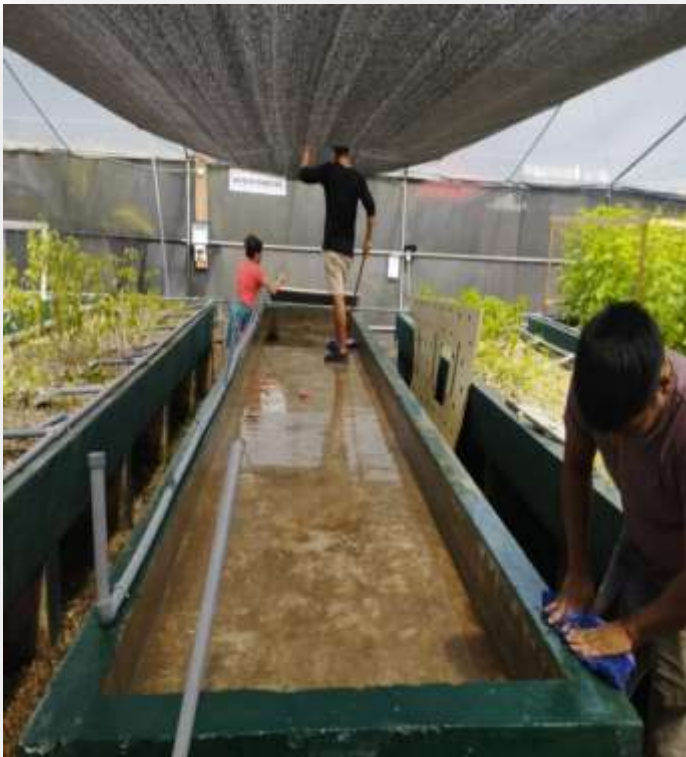


Figura 14. Limpieza de camas N° 5 y 6 del sistema acuaponico.



Figura 15. Acondicionamiento de la cama con plancha de Tecnopor para el sistema de raíz desnuda.



Figura 16. Medición de las plantas para el trasplante en los diferentes sistemas: raíz desnuda, gravas y convencional.



Figura 17. trasplante en el sistema acuaponico a raíz desnuda.



Figura 18. trasplante en el sistema convencional.



Figura 19. trasplante en el sistema acuaponico en gravas.



Figura 20. Evaluación del sistema acuaponico en raíz desnuda.



Figura 21. Evaluación del sistema acuaponico en grava.



Figura 22. Evaluación del sistema convencional.



Figura 23. Producción de albahaca en el sistema acuapónico con espuma (raíz desnuda).



Figura 24. Producción de albahaca en el sistema acuapónico en gravas.



Figura 25. Producción de albahaca en el sistema convencional.



Figura 26. Evaluación de indicadores de desarrollo vegetativo de albahaca en el sistema acuapónico en gravas y sistema convencional.



Figura 27. Evaluación de indicadores de desarrollo vegetativo de albahaca en el sistema acuapónico con espuma (raíz flotante).



Figura 28. Evaluación del peso final por planta.



Figura 29. Presencia de insectos comedores de hojas.