

Artículo original / Original article

Comportamiento productivo de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en un sistema acuapónico en el distrito de Yarinacocha

Productive behavior of three varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in an aquaponic system in the Yarinacocha district

Marko Antonio Grandez-Cachique¹; Pablo Pedro Villegas-Panduro^{1*}; Rogger Wagner Peña-Pasmíño²; Peggy Pacheco-Palma¹; Sucena Elizabeth Moreno-Moreno¹

¹Universidad Nacional de Ucayali, Carretera Federico Basadre km 6,2, Callería, Ucayali, Perú

²Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Carretera San José de Tushmo km 0,63, Yarinacocha, Ucayali, Perú

RESUMEN

La investigación evaluó el rendimiento de tres variedades de lechuga (seda, crespa y morada) cultivadas en un sistema acuapónico en Yarinacocha, Pucallpa, entre septiembre y octubre de 2024. Las plántulas se sembraron en almácigos y luego se trasladaron a camas acuapónicas con grava, con un distanciamiento de 30 cm x 30 cm. El riego se realizó mediante un sistema de tuberías que transportaba efluentes derivados de la crianza de peces, impulsado por una bomba de 2 HP controlada por un temporizador. Las evaluaciones de crecimiento y rendimiento se hicieron cada 15 días y en la cosecha. Los resultados mostraron que la variedad morada presentó la mayor altura de planta, mientras que la variedad seda superó a las demás en número de hojas por planta, peso por planta y rendimiento por hectárea. En conclusión, aunque la lechuga morada creció más en altura, la variedad seda fue la más productiva en un sistema acuapónico, siendo la que ofreció mejores resultados agronómicos en las condiciones evaluadas.

Palabras clave: acuaponía; ecoeficiencia; hortaliza; rendimiento; sostenibilidad

ABSTRACT

The research evaluated the yield of three lettuce varieties (silk, cressa and purple) grown in an aquaponic system in Yarinacocha, Pucallpa, between September and October 2024. Seedlings were planted in seedlings and then transplanted into gravel aquaponic beds, with a spacing of 30 cm x 30 cm. Irrigation was provided by a piping system carrying fish rearing effluent, driven by a 2 HP pump controlled by a timer. Growth and yield evaluations were made every 15 days and at harvest. The results showed that the purple variety presented the most significant plant height, while the silk variety surpassed the others in terms of number of leaves per plant, weight per plant, and yield per hectare. In conclusion, although the purple lettuce grew taller, the silk variety was the most productive in an aquaponic system, yielding the best agronomic results under the evaluated conditions.

Keywords: aquaponics; eco-efficiency; vegetables; yield; sustainability

Cómo citar / Citation: Grandez-Cachique, M. A., Villegas-Panduro, P. P., Peña-Pasmíño, R. W., Pacheco-Palma, P., & Moreno-Moreno, S. E. (2025). Comportamiento productivo de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en un sistema acuapónico en el distrito de Yarinacocha. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*, 4(1), e109. <https://doi.org/10.56926/repia.v4i1.109>

Editor: Dr. Fred William Chu Koo 



1. INTRODUCCIÓN

La lechuga, es ampliamente consumida en todo el mundo, reconocida por su bajo contenido calórico y su abundancia en compuestos bioactivos beneficiosos para la salud, mostrando bajo contenido de calorías, grasas y sodio, siendo una excelente fuente de fibra, hierro, folato y vitamina C (Youssef et al., 2017). También proporciona vitaminas A, B y E, junto con minerales esenciales como magnesio, calcio y zinc (Baslam et al., 2013).

La lechuga contiene betacarotenos y flavonoides, que ayudan a combatir el estrés oxidativo y reducir el riesgo de enfermedades crónicas, sin embargo, algunas variedades de lechuga, como la morada, contienen antocianinas, que tienen efectos antiinflamatorios y cardioprotectores, y es suave para el sistema digestivo (Martínez y García, 2019). Sus distintas variedades presentan diversas bondades, como por ejemplo, la lechuga Seda que muestra hojas suaves, tiernas y de textura mantecosa, rica en vitamina A, vitamina K y ácido fólico y bajo contenido calórico, ideal para dietas saludables; la lechuga Crespita, que tiene hojas rizadas y crujientes, con un sabor ligeramente amargo, rica en antioxidantes, fibra dietética y minerales como el hierro y el calcio, ideal para mejorar la salud digestiva, contribuyendo a la hidratación, por su alto contenido de agua; y la lechuga Morada que contiene antocianinas, pigmentos antioxidantes que le dan su color morado y ayudan a combatir el estrés oxidativo, rica en vitaminas A, C y K, así como en minerales como el magnesio y el potasio, muestra un sabor ligeramente más intenso que otras variedades (López & Gómez, 2020).

La lechuga se puede cultivar en sistemas de cultivo en suelo (tradicional), hidroponía, acuaponía, cultivo en invernadero, cultivo en macetas o contenedores, y en agricultura vertical (Gómez & Fernández, 2021). Sin embargo, requiere sistemas de producción eficientes a nivel productivo y amigables con el ecosistema, siendo la acuaponía, una alternativa de producción adecuada, ya que, combina la acuicultura (crianza de animales acuáticos) y la hidroponía (cultivo de plantas en agua), creando un ciclo sostenible donde los desechos de los peces proporcionan nutrientes a las plantas (García y Pérez, 2019).

La acuaponía reduce el consumo de agua hasta en un 90% en comparación con la agricultura tradicional, favorece la producción orgánica al minimizar el uso de fertilizantes y pesticidas, acelera el crecimiento de las plantas, promueve la sostenibilidad ambiental y permite la producción simultánea de peces y vegetales, mejorando la rentabilidad (Rakocy, 2006). La acuaponía combina la acuicultura recirculante con la hidroponía, aprovechando los nutrientes excretados por los organismos acuáticos y los desechos orgánicos procesados por bacterias, que son utilizados por las plantas en hidroponía (Muñoz, 2012).

La acuaponía utiliza eficientemente del agua para la producción sostenible de peces y vegetales, en espacios reducidos, aprovechando los desechos de los peces, reduciendo el impacto ambiental. Sin embargo, muestra altos costos iniciales, requiriendo conocimientos técnicos en piscicultura e hidroponía, y dependiente de la energía, mostrando riesgo en la prevalencia de enfermedades (Goddek et al., 2019). Según Mazer (2002), un sistema acuapónico bien diseñado puede aumentar los rendimientos y disminuir, ahorrando hasta un 45% en fertilizantes, permitiendo producir hasta 500 plantas por metro cuadrado al año. CICESE (2008) afirma que, por cada tonelada de pescado

producida anualmente en acuaponía, se pueden obtener alrededor de siete toneladas de cultivos vegetales.

Bautista et al. (2024) determinó que la acuaponía puede ser una alternativa sostenible, reduciendo el consumo de agua en comparación con métodos tradicionales. Simón y Trelles (2014) demostraron que las plantas de lechuga crecieron adecuadamente, utilizando efluentes de tilapia, permitiendo la producción simultánea de peces y vegetales. García et al. (2021) demostraron mejor productividad y rentabilidad, en la producción de lechuga.

La investigación determinó el comportamiento productivo de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en un sistema acuapónico en el distrito de Yarinacocha, evaluando el crecimiento vegetativo y el rendimiento de cada variedad de lechuga en condiciones acuapónicas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

La investigación se llevó a cabo en un sistema de producción acuapónico construido en el Instituto Superior Pedagógico Público Bilingüe, localizado en el distrito de Yarinacocha, provincia de coronel Portillo, región Ucayali, ubicada en las coordenadas: 8°20'54" S 74°35'18" W, a una altitud de 155 msnm. La investigación tuvo una duración de 60 días, ejecutándose entre los meses de setiembre y octubre de 2024.

Preparación del sustrato para el llenado de tubetes y siembra de semillas de las tres variedades de lechuga

Se preparó un sustrato a base de tierra negra más cal agrícola, mezclándose homogéneamente, para proceder a llenar los tubetes con el sustrato. Se sembraron las semillas de las tres variedades de lechuga (Seda, Crespa y Morada) en los tubetes, por separado, almacigándose las plántulas durante 7 a 14 días, hasta la formación de las primeras hojas y el sistema radicular.

Características de las camas acuapónicas y estanques

El sistema acuapónico, contó con nueve camas acuapónicas, de las cuales, las tres primeras fueron utilizadas para la ejecución de la investigación, es decir, fueron aquellas donde se trasplantaron las plántulas de las tres variedades de lechuga. Las camas de concreto mostraron dimensiones de 1.2 m de ancho y 7 m de largo, conteniendo gravas como sustrato.

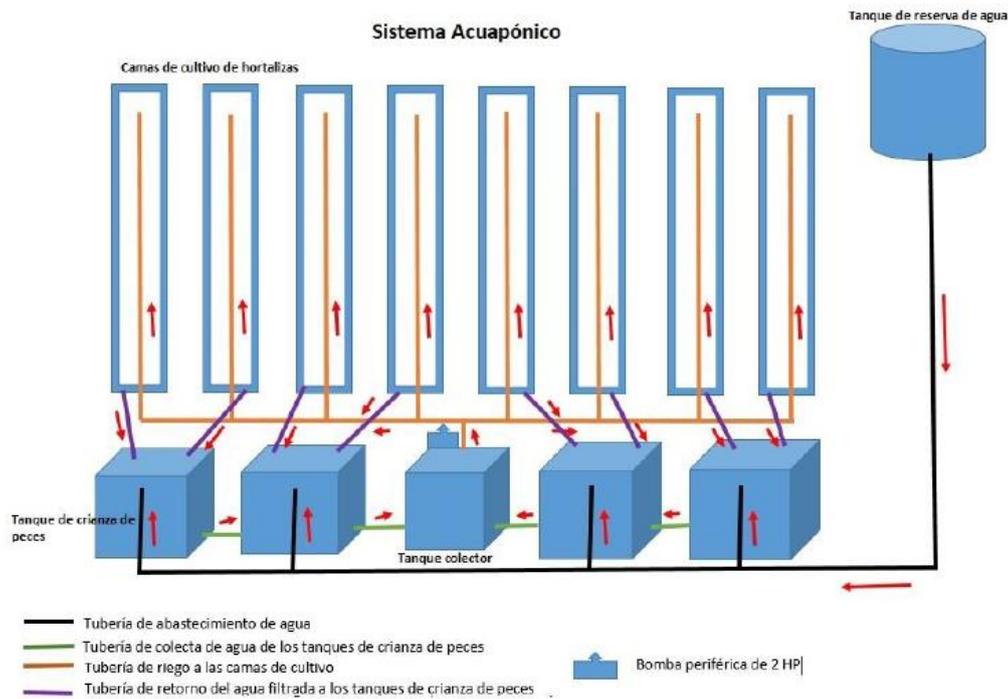


Figura 1. Esquema del sistema acuapónico. Fuente: Ríos et al. (2020)

El sistema acuapónico estuvo fertilizado por los efluentes provenientes de cinco tanques de concreto (2 m de altura x 2 m de ancho x 1 m de altura), cada uno con un volumen de 4000 L de agua, en los cuales se realizó la crianza de diferentes especies de peces amazónicos, como "paco", *Piaractus brachyomus*, "pacotana", *Piaractus brachyomus* ♂ x *Colossoma macropomum* ♀, "boquichico", *Prochilodus nigricans* y "sardina", *Triportheus elongatus*, a una densidad de 120 peces por tanque. Los efluentes, provenientes de los tanques de crianza de peces, fueron conducidos a las camas acuapónicas a través de tubos de 1 pulgada y boquillas, impulsada por una bomba periférica de 2 HP, el cual estuvo controlada por un timer, programado para encenderse por 20 min y apagarse por 40 min de manera continua, las 24 horas del día. El sistema acuapónico no contó con biofiltro.

La tabla 1 muestra el análisis químico de los efluentes, para determinar el aporte de nutrientes que se está vertiendo a las camas acuapónicas y a las plantas.

Tabla 1.

Análisis de aguas de riego del sistema de cultivo acuapónico.

Ensayo	Unidad	LC	Resultados
pH	Unid. pH	0.1	7.80
Conductividad eléctrica	μS/cm	0.1	625.0
Nitratos (NO ₃)	mg/l		0.20
Amonio (NH ₄)	mg/l		0.25
Calcio	mg/l	-	28.32
Magnesio	mg/l	-	5.02
Sodio	mg/l	-	5.87
Potasio	mg/l	-	8.05
Hierro	mg/l	-	<0.1

Manganeso	mg/l	-	<0.1
Cobre	mg/l	-	<0.1
Zinc	mg/l	-	1.85

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas – INIA – Km 44.

Trasplante y cosecha

Las plántulas de las tres variedades de lechuga fueron trasplantadas cuando emitieron sus primeras hojas verdaderas, las cuales fueron sembradas en el sustrato de grava de las camas acuapónicas, a un distanciamiento de 30 cm x 30 cm. La cosecha de las lechugas se realizó entre los 30 a 45 días de cultivo.

Control de plagas

El control de larvas de lepidópteros, específicamente *Spodoptera sp.*, que afecta a las hojas de la lechuga, se realizó con aplicaciones de una mezcla de esporas de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*, en una proporción de 5 g de producto comercial de cada hongo entomopatógeno, diluido en 20 L de agua, más 40 ml de aceite agrícola a base de aceite de soya.

Evaluaciones de variables

Las evaluaciones se realizaron desde el momento del trasplante, cada 15 días, hasta la cosecha, evaluándose la altura de planta (cm) y número de hojas, y a la cosecha, se evaluó el peso por planta (g), y se calculó el rendimiento por hectárea (kg/ha).

Diseño experimental

Se empleó un Diseño Completo al Azar, con tres (3) tratamientos y tres (3) repeticiones, haciendo un total de nueve unidades experimentales, con 20 plantas evaluadas por cada unidad experimental. Las evaluaciones de las variables altura de planta (cm), número de hojas por planta, peso por planta (g) y rendimiento por hectárea (kg/ha), se realizaron al trasplante, a los 15 días, 30 días, 45 días y 60 días, y a la cosecha.

Los resultados se analizaron a través de un ANOVA simple y en caso de que existieran diferencias estadísticas, se aplicó la prueba de promedios de Duncan, con un alfa = 0.05. Previo al ANOVA se verificó la homogeneidad de las varianzas y la normalidad de los datos dentro de cada grupo. Se realizaron los análisis estadísticos utilizando el software SPSS versión 23.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta

La tabla 2 presenta los resultados del análisis de promedios de Duncan sobre la altura de planta de las tres variedades de lechuga cultivadas en el sistema acuapónico, mostrando que al trasplante la variedad morada obtuvo la mayor altura, seguida por las variedades seda y crespa. En las tres primeras evaluaciones, las variedades crespa y morada destacaron con los mejores promedios de altura, superando a la variedad seda. En la cuarta evaluación, la variedad morada mantuvo el mayor promedio, seguida por la variedad crespa, mientras que la variedad seda registró la menor altura. Al respecto, Maldonado (2023) evaluó el efecto del humus líquido de lombriz en el crecimiento de

cuatro variedades de lechuga cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon, determinando que las variedades Crespas, Seda y White Boston destacaron por alcanzar mayores alturas, siendo estos resultados, superiores a los obtenidos en acuaponía, probablemente debido a la diferencia en la disponibilidad de nutrientes entre ambos sistemas. Ortiz y Martínez (2015) estudiaron el crecimiento de apio y acelga en un sistema acuapónico con dos densidades de cultivo, encontrando que la acelga superó al apio en crecimiento y peso, y que una mayor densidad de siembra redujo tanto la altura como el peso de ambas especies, concluyéndose que la acuaponía es una alternativa viable para la producción simultánea de biomasa animal y vegetal.

Tabla 2.

Altura de planta de tres variedades de lechuga cultivadas en un sistema acuapónico.

Tratamientos	Altura de planta (cm)				
	Trasplante	15 días	30 días	45 días	60 días
Variedad Seda	4.5 b	6.6 b	8.5 b	12.5 b	17.6 c
Variedad Crespas	4.3 c	8.7 a	11.03 a	15.6 a	22.3 b
Variedad Morada	4.7 a	8.2 a	11.56 a	15.9 a	24.1 a

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Duncan $p \leq 0.05$

Número de hojas por planta

La tabla 3 presenta los resultados del análisis de promedios de Duncan sobre el número de hojas por planta en variedades de lechuga cultivadas en sistema acuapónico. Al momento del trasplante, no se encontraron diferencias significativas entre las variedades. Sin embargo, en todas las evaluaciones posteriores, la variedad seda obtuvo consistentemente el mayor número de hojas por planta, seguida por la variedad morada, mientras que la variedad crespas mostró los valores más bajos, sin diferencias significativas con la variedad morada en la segunda y cuarta evaluación. Al respecto, Morocho (2020) evaluó el comportamiento de las variedades de lechuga Cherokee Rz y Starfighter Rz en sistemas hidropónicos NFT y convencional, destacando un mejor rendimiento de Starfighter, especialmente en hidroponía. Aunque ambos sistemas fueron viables, el hidropónico mostró mayores beneficios económicos y superó los rendimientos obtenidos en acuaponía, debido al menor contenido de nutrientes en los efluentes de los peces. Asimismo, Gavidia (2017) evaluó el impacto de la solución nutritiva La Molina en el rendimiento de dos variedades de lechuga en sistema NFT, encontrando que la variedad Duett superó a Bohemia en todas las variables evaluadas. Duett alcanzó un promedio de 27.65 hojas por planta, mientras que Bohemia obtuvo 21.88, resultados que coinciden con el rango de hojas de la variedad Seda en acuaponía en Yarinacocha. Love et al. (2015) destacan el potencial de la acuaponía para producir alimentos sanos al combinar peces y vegetales en un sistema sostenible. Este modelo mejora la eficiencia en el uso de recursos, garantiza alimentos frescos y libres de químicos, promueve la seguridad alimentaria y fomenta una mayor conciencia sobre la alimentación saludable y el cuidado del medio ambiente.

Tabla 3.

Número de hojas por planta de tres variedades de lechuga cultivadas en un sistema acuapónico.

Tratamientos	Número de hojas por planta				
	Trasplante	15 días	30 días	45 días	60 días
Variedad Seda	4.03 a	7.6 a	8.6 a	14 a	23.6 a
Variedad Crespas	3.8 a	3.6 c	5.3 b	5.6 c	7.3 b

Variedad Morada 3.9 a 5.3 b 6.3 b 7.3 b 8.3 b

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Duncan $p \leq 0.05$

Peso por planta y rendimiento por hectárea

La tabla 4 muestra que, a la cosecha, la variedad de lechuga seda obtuvo el mayor peso por planta en el sistema acuapónico, con diferencias significativas respecto a la variedad morada, que ocupó el segundo lugar, y esta, a su vez, superó significativamente a la variedad crespa, que registró el menor peso por planta. La tabla 4 también muestra que, a la cosecha, la variedad de lechuga seda alcanzó el mayor rendimiento por hectárea en el sistema acuapónico, con diferencias significativas respecto a la variedad morada, que ocupó el segundo lugar, y esta superó significativamente a la variedad crespa, que obtuvo el menor rendimiento. Al respecto, Leiva et al. (2018) evaluaron 11 variedades de lechuga en el sistema NFT, observándose que la variedad Curly Green sobresalió con un peso fresco, mientras que Bohemia, presentó mayor contenido de materia seca, atribuyéndose posiblemente al bajo nivel de nutrientes en los efluentes de los tanques de peces. Asimismo, García (2017) demostró que, la acuaponía mejora la capacidad productiva y rentabilidad al combinar la producción de peces y hortalizas como lechuga y pepino. Pinchi (2018) evaluó cinco cultivares de lechuga roja en Huaral, siendo la variedad 'Mervelle' la que obtuvo el mayor rendimiento, seguido de 'Bresson', 'Sani red' y 'Lollo rosa'. Maita (2018) evaluó la variedad 'Waldman' bajo diferentes soluciones nutritivas, reportando un rendimiento de 11.89 g/planta, siendo esto resultados superiores a los rendimientos de lechuga obtenidos en el sistema acuapónico, debido al bajo contenido de nutrientes que otorgan los efluentes generados en los tanques de crianza de peces. Maldonado (2023) evaluó el efecto del humus líquido de lombriz en cuatro variedades de lechuga, siendo las variedades Seda, White Boston y Crespa alcanzaron los mejores promedios de peso fresco. Estos resultados fueron superiores a los del presente estudio, donde la variedad Seda alcanzó solo 60.13 g por planta, debido a la mayor disponibilidad de nutrientes en la solución de humus líquido frente a los efluentes de los tanques de peces. Tapia (2018) demostró que, en acuaponía, la tilapia roja logró un peso de 75.76 g/pez, y las lechugas lograron 31.91 cm, aptas para el consumo. Limón (2024) comparó dos sistemas acuapónicos, NFT y SRF, observándose que los alevines crecieron mejor en el sistema NFT, mientras que la lechuga obtuvo mejores resultados en SRF, demostrándose que los sistemas acuapónicos integran eficientemente la acuicultura e hidroponía, logrando una producción sostenible de peces y plantas.

Tabla 4.

Peso por planta y rendimiento por hectárea de tres variedades de lechuga cultivada en un sistema acuapónico.

Tratamientos	Peso por planta (g)	Rendimiento por ha (kg/ha)
Variedad Seda	60.13 a	6409.2 a
Variedad Crespa	10.16 c	1229.6 c
Variedad Morada	28.86 b	2449.9 b

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Duncan $p \leq 0.05$

CONCLUSIONES

Se concluye que, aunque la variedad morada de lechuga destacó por alcanzar una mayor altura durante su desarrollo, fue la variedad seda la que mostró un desempeño superior en términos de eficiencia productiva dentro del sistema acuapónico. Esta variedad obtuvo los mejores resultados en indicadores clave como el número de hojas, peso promedio por planta y rendimiento estimado por hectárea. Por tanto, la lechuga variedad seda se posiciona como la alternativa más favorable para su cultivo en sistemas acuapónicos en el distrito de Yarinacocha, debido a su mayor productividad y adaptabilidad a las condiciones del sistema.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto Educativo Superior Pedagógico Público Bilingüe de Yarinacocha, Pucallpa, por brindar las instalaciones del sistema de producción acuapónico.

FINANCIAMIENTO

La investigación fue autofinanciada por los autores.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Concepción del diseño: Grandez-Cachique, M. A.

Análisis e interpretación de la información: Villegas-Panduro, P. P.

Recogida de datos: Peña-Pasmíño, R. W.

Discusión de resultados: Pacheco-Palma, P.

Revisión y edición del artículo científico: Moreno-Moreno, S. E.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baslam, M., Morales, F., Garmendia, I., & Goicoechea, N. (2013). Nutritional quality of outer and inner leaves of green and red pigmented lettuces (*Lactuca sativa* L.) consumed as salads. *Scientia Horticulturae*, 151, 103-111. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2012.12.023>
- Bautista Olivas, A. L., Mendoza Cariño, M., Álvarez Chávez, C. R., & Sánchez Mexía, Á. C. (2024). Huella hídrica de la producción de lechuga en sistemas acuapónico e hidropónico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(3). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342024000300102&script=sci_arttext
- CICESE (2008). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California CICESE. <http://gaceta.cicese.mx> Copacabana, Antioquia (Colombia) LECHUGA BLACK SIMPSON. Obtenido de: <https://germisemillas.com/semillas/lechuga-black-simpson/>

- García Parra, J. A. (2017). Evaluación productiva y económica de un sistema acuapónico semi intensivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*), lechuga (*Lactuca sativa*) y pepino (*Cucumis sativus*). Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma De Nayarit. Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Disponible en: <http://aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/1352/1/2017%20Evaluacion%20productiva%20y%20economica%20de%20un%20sistema%20acuaponico%20semi-intensivo%20de%20tilapia%20%28Oreochromis%20niloticus%29%2c%20lechuga%20%28Lactuca%20sativa%29%20y%20pepino%20%28Cucumis%20sativus%29.pdf>
- García Castillo, G. A., Pérez Peñaloza, D.R. (2019). Sistema acuapónico como alternativa sustentable para la agricultura y la piscicultura actual. Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. <https://repositorio.upeu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d375ddf9-792f-4372-882e-b49adf023c16/content>
- García Zertuche, M. F., Sandoval Rangel, A., Robledo Torres, V., Benavides Mendoza, A., Robledo Olivo, A., & Cabrera de la Fuente, M. (2021). Rentabilidad y rendimiento agronómico de lechuga acuapónica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (26), 119-130. <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2942>
- Gavidia Falcón, L. (2017). Efecto de la solución nutritiva la Molina en el rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con el sistema NFT (Nutrient Film Technique) en condiciones de hidroponía de nuevas flores Culquish-Huamalíes 2016. Tesis para optar el título de Magister en Agronomía Mención Sistemas Agropecuarios. Universidad Estatal Amazónica. Centro de Postgrados. Maestría en Agronomía Mención Sistemas Agropecuarios. Puyo, Ecuador. Disponible en: https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/1251/1/Proyecto%20Final_%20Morochoro%20V%2016-08-2020.pdf
- Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B., & Burnell, G. M. (2019). Aquaponics food production systems: Combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future. Springer.
- Gómez, L., & Fernández, J. (2021). Sistemas de cultivo para la producción de lechuga (*Lactuca sativa*): Una revisión. *Revista de Agronomía y Horticultura*, 28(3), 145-160. <https://doi.org/10.1234/rah.2021.789012>
- Leiva Espinoza, S. T., Román Peña, A., Vilca Valqui, N. C., & Neri Chávez, J. C. (2018). Comportamiento productivo de 11 variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en sistema hidropónico NFT recirculante (Chachapoyas – Amazonas). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2(1), 50–56. <https://doi.org/10.25127/aps.20181.384>
- Limón Mirabá, E. R. (2024). Cultivo de *Oreochromis niloticus*tilapia y *Lactuca sativa* lechuga en dos sistemas acuapónicos de tanques en el laboratorio Rosario del Mar, comuna de Monteverde. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Estatal Península De Santa

- Elena. Facultad de Ciencias del Mar. La Libertad – Ecuador. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/11698/1/UPSE-TBI-2024-0038.pdf>
- López, A., & Gómez, P. (2020). El cultivo de la lechuga: Variedades y propiedades nutricionales. *Revista de Horticultura*, 45(2), 123-135. <https://doi.org/10.1234/rh.2020.456789>
- Love, D. C., Fry, J. P., Li, X., Hill, E. S., Genello, L., Semmens, K., & Thompson, R. E. (2015). An international survey of aquaponics practitioners. *PLoS ONE*, 10(9), e0138338. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138338>
- Maldonado Lino, S. M. (2023). Efecto de la aplicación de una dosis de humus líquido de lombriz en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en solución nutritiva en Pucallpa–Ucayali 2023. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Disponible en: <https://repositorio.unu.edu.pe/items/86d7c7a5-7bc4-4d52-9708-aa6250281d62>
- Martínez, R., & García, M. (2019). Propiedades nutricionales y beneficios para la salud de la lechuga (*Lactuca sativa*). *Revista de Nutrición y Dietética*, 34(4), 210-225. <https://doi.org/10.1234/rnd.2019.567890>
- Mazer, (2002). The Bretton Woods Proposal: An In-Depth Look. *Political Science Quarterly*, 42(6).
- Morocho Noboa, V. E. (2020). Evaluación de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cherokee rz (81-36) y starfighter rz (81-85), cultivadas en sistema hidropónico: técnica de película nutritiva (NFT) y sistema convencional en el Cipca, Provincia de Napo. Tesis para optar el título de Magister en Agronomía con Mención en Sistemas Agropecuarios. Universidad Estatal Amazónica. Centro de Postgrados. Maestría en Agronomía Mención Sistemas Agropecuarios. Puyo, Ecuador. Disponible en: https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/1251/1/Proyecto%20Final_%20Morocho%20V%2016-08-2020.pdf
- Ortiz Cortés, L. Y., Martínez Yañez, A. R. (2015). Crecimiento de hortalizas en sistemas acuapónicos. *Revista de Divulgación Científica Jóvenes en la Ciencia*, 1(2). Verano de la Investigación Científica, 2015. <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/2293>
- Pinchi, J. (2018). Evaluación de seis cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el valle de Huaral. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Recuperado de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/8644/SOLE%202024.pdf>
- ProAin. (2019). La calidad del agua en acuaponía. Recuperado de <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/la-calidad-del-agua-en-acuaponia/>
- Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics—Integrating fish and plant culture. Southern Regional Aquaculture Center. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/284496499_Recirculating_aquaculture_tank_production_systems_Aquaponics-Integrating_fish_and_plant_culture

- Ríos, R., Vargas-Flores, J., Sánchez-Choy, J., Oliva-Paredes, R., Alarcón-Castillo, T., & Villegas, P. (2020). *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como controladores compatibles y eficientes de insectos plaga en cultivos acuapónicos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 419–426. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.14>
- Simón, E. W. M., & Trelles, A. Z. (2014). Sistema acuapónico del crecimiento de lechuga, *Lactuca sativa*, con efluentes de cultivo de tilapia. *Rebiol*, 34(2), 60-72. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/770>
- Tapia Diaz, C. G. (2018). Rediseño de reactores acuapónicos unifamiliares para el autoconsumo. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Internacional SEK. Facultad de Ciencias Ambientales. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3090>
- Youssef, S., El-Hady, S., El-Azm, N., & El-Shinawy, M. (2017). Foliar application of salicylic acid and calcium chloride enhances growth and productivity of lettuce (*Lactuca sativa*). <http://dx.doi.org/10.21608/ejoh.2017.892.1000>