

Comportamiento productivo del arroz (*Oryza sativa* L.) Var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico en Yarinacocha, Ucayali

Productive behavior of rice (oryza sativa l.) Var. “La Esperanza” in an aquaponic system in yarinacocha, ucayali

Rogger Wagner Peña Pasmíño

rowapepas@gmail.com.

<https://orcid.org/0000-0002-0549-0956>

Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA). Carretera San José de Tushmo km 0,63, Yarinacocha, Ucayali, Perú.

Pablo Pedro Villegas Panduro

pablo_villegas@unu.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-9300-8113>

Universidad Nacional de Ucayali (UNU), Carretera Federico Basadre km 6,2, Callería, Ucayali, Perú.

Marko Antonio Grandez Cachique

marko123grandez@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-9434-4258>

Universidad Nacional de Ucayali (UNU), Carretera Federico Basadre km 6,2, Callería, Ucayali, Perú.

Laura Trujillo Olimar,

Trujillo_olimar2000@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-4168-3995>

Universidad Nacional de Ucayali (UNU), Carretera Federico Basadre km 6,2, Callería, Ucayali, Perú.

Monica Arleth Gil Ocmin

gilocminmonica@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-8942-7712>

Universidad Nacional de Ucayali (UNU), Carretera Federico Basadre km 6,2, Callería, Ucayali, Perú.

Diana Prince Zumaeta Sangama de Villegas

dianaprins19@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5899-7323>

Universidad Nacional de Ucayali (UNU), Carretera Federico Basadre km 6,2, Callería, Ucayali, Perú.

Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento productivo del del arroz (*Oryza sativa* L.) var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico en Yarinacocha, Ucayali, el cual se encuentra ubicado en el Instituto Superior Pedagógico Bilingüe de Yarinacocha, carretera San José 0,5 km, distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali. El sistema acuapónico estuvo sostenido por el cultivo de *Piaractus brachyomus* “Paco”, acondicionados en tanques de crianza, procediendo al transplante de las plántulas de arroz de la var. “La Esperanza”, previamente germinadas en un almacigo, a la cama de cultivo, la cual contenían grava como sustrato, demostrándose que, el comportamiento productivo del arroz (*Oryza sativa* L.) var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico en Yarinacocha, Ucayali, estuvo acorde a los parámetros productivo característicos de la variedad de arroz estudiada, resaltando el rendimiento por hectárea media de 10 074,72 kg que mostró el arroz var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico, en los cuales, no se empleó ningún tipo de fertilizante químico, ya que la acuaponía, al utilizar un sistema de recirculación de agua, los desechos metabólicos de los peces, son transformados en

nutrientes que fueron aprovechados para el desarrollo de las plantas, reduciendo los costos de producción, produciendo peces y arroz totalmente orgánicos y promoviendo una agricultura más sostenible y amigable con el medio ambiente.

Palabras clave: Acuaponía, arroz, variedad “La Esperanza”, características agronómicas, rendimiento.

Abstract

The objective of the research was to evaluate the productive behavior of rice (*Oryza sativa* L.) var. “La Esperanza” in an aquaponic system in Yarinacocha, Ucayali, which is located at the Instituto Superior Pedagógico Bilingüe of Yarinacocha, San José highway 0.5 km, Yarinacocha district, Coronel Portillo Province, Ucayali Region. The aquaponic system was supported by the cultivation of *Piaractus brachypomus* “Paco”, conditioned in breeding tanks, proceeding to the transplant of rice seedlings of the var. “La Esperanza”, previously germinated in a seedbed, to the cultivation bed, which contained gravel as a substrate, demonstrating that the productive behavior of rice (*Oryza sativa* L.) var. “La Esperanza” in an aquaponic system in Yarinacocha, Ucayali, was in accordance with the characteristic productive parameters of the rice variety studied, highlighting the average yield per hectare of 10,074.72 kg shown by rice var. “La Esperanza” in an aquaponic system, in which no type of chemical fertilizer was used, since aquaponics, by using a water recirculation system, the metabolic waste of the fish is transformed into nutrients that were used for the development of plants, reducing production costs, producing completely organic fish and rice and promoting more sustainable and environmentally friendly agriculture.

Keywords: Aquaponics, rice, “La Esperanza” variety, agronomic characteristics, performance.

Introducción

El arroz (*Oryza sativa*) pertenece a la familia Gramineae (Poaceae), originándose en la zona asiática, específicamente en el sur de China, es uno de los cereales de más alto consumo, por todos los estratos socioeconómico, mostrando un contenido rico en nutrientes y minerales (Infoagro, 2010). El arroz muestra un reducido aporte de calorías, a ello, se suma su bajo costo y propiedades nutricionales, lo cual lo convierten en un alimento importante en la seguridad alimentaria en continentes como como África, América y Asia, asimismo, el arroz es un ingrediente principal en la gastronomía de muchos países (Navarrete, 2017).

El cultivo del arroz requiere bajos costos de producción y su demanda frecuente lo muestran como una fuente de recursos económicos de gran importancia para muchas

familias de productores dedicados a este cultivo, sin embargo, a pesar de este panorama positivo, el incremento a nivel mundial del costo de los insumos, ha provocado el aumento del costos de producción del cultivo del arroz, generando la reducción de las ganancias económicas de los productores arroceros, dando lugar a una crisis social para el productor, que se ve obligado a realizar otras actividades productivas o cambiar de cultivo (Tang et al., 2016).

El Valor Bruto de Producción (VBP) del arroz cáscara pasó de 1 988.9 millones de soles (a precios constantes de 2007) a 2 487.7 millones en el 2017, mostrando una tasa de crecimiento promedio anual de 2.2%, requiriendo por hectárea, entre 130 jornales, ya que, el cultivo se realiza manualmente en más del 95 % del área cultivada, generando un total de 222 mil puestos de trabajo en el año 2017, observándose un consumo por persona de arroz pilado aproximado de 57 kg, siendo el más alto en América Latina (Mostajo, 2017). Se alcanzó 444.7 mil ha de superficie sembrada, en la campaña agrícola 2017-2018, siendo San Martín, Piura y Lambayeque, las regiones que mostraron mayores cosechas durante el 2017, lográndose un rendimiento de 7.89 ton/ha en el 2015 (MINAGRI-DGESEP, 2018).

Las metodologías de siembra directa en el arroz son las siembras al voleo de barriales o barrizales y al “tacarpo”, los cuales se realizan áreas pequeñas en la costa y en la selva baja, sin embargo, el sistema de siembra por trasplante, requiere gran demanda de mano de obra el cual se traduce en jornales, los cuales incrementan los costos de producción y genera una pérdida en la rentabilidad del cultivo, sumado a esto, el batido de los suelos, el alto consumo de agua y las emisiones de metano, provocan el deterioro de los campos de producción y la sustentabilidad del cultivo (ANA, 2012).

El Instituto Nacional de Innovación Agraria de Minagri, indica que, para optimizar la producción del cultivo de arroz, se debe optimizar tres aspectos: mejoramiento de la calidad de grano, aumento de productividad y disminución de costos de producción, lo cual elevará la competitividad, la rentabilidad y la sostenibilidad económica del cultivo de arroz en el Perú (MINAGRI, 2020).

Palacios (2010) indica que, la variedad de arroz INIA 509 “La Esperanza”, proviene de una genealogía: CT15704-9-1-2-EP2-EP1-VC51, el cual muestra un período vegetativo

de 135 días, una altura de planta de 100 cm, un rendimiento potencial de 11,5 t/ha, un peso de 1000 granos de 27,0 g, con tolerancia a plagas como *Pyricularia grisea* principalmente, y una buena calidad molinera y culinaria.

La acuaponía es una técnica que combina el cultivo de peces (acuicultura) y el de plantas (hidroponía), siendo esta forma de producción, sostenible, versátil y se puede adaptar tanto a los entornos urbanos, peri-urbanos y rurales (Flores et al., 2020). La acuaponía permite la disminución del consumo de agua y reduce contaminación ambiental en comparación con otros cultivos de vegetales o producción de peces (Affan et al., 2013; Forsthovel, 2009; García Ulloa, 2010), sin embargo, el principal beneficio directo de la acuaponía es la generación de pescado y vegetales que contribuyen a una alimentación saludable (Lara et al., 2014; Bhattarai et al., 2013).

La acuaponía requiere de cuidados especiales para facilitar el rápido crecimiento de peces y vegetales, garantizando la calidad sanitaria de los productos alimenticios para prevenir la transmisión de contaminantes a los consumidores (Danaher et al., 2013; Naylor et al., 2009).

Sin embargo, existe escasos antecedentes sobre el comportamiento productivo del arroz (*Oryza sativa* L.) cultivada en un sistema acuapónico, y los aportes que puede proveer la acuaponía a la producción de arroz saludable que garanticen la calidad sanitaria para el consumidor.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló en las instalaciones del sistema de acuaponía perteneciente al Instituto Superior Pedagógico Bilingüe de Yarinacocha, ubicado en la carretera San José 0,5 km, Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, ubicándose en las siguientes coordenadas UTM: 18L 545560.30 m E; 9076996.65 m S, a una elevación de 155 m.

La cama de cultivo acuapónico tuvo una dimensión de 7 metros de largo y 1,20 metros de ancho teniendo un total de 8,4 m², construidas con material noble, y con un sustrato constituido por grava de 0,5 cm de diámetro, homogéneamente distribuidas. El agua proveniente de los tanques de crianza de peces, se distribuyó mediante tuberías de manera uniforme en todas las camas, con la ayuda de una bomba periférica de 2 HP, para lo cual

se programó el timer para bombear 15 minutos y apagarse 45 minutos consecutivamente, impulsando efluente, el cual contiene las sustancias nutritivas, provino de los tanques de cultivo de peces de la especie *Piaractus bachypomus* (Paco), el cual fue distribuido de manera uniforme en todas las camas, para el enriquecimiento continuo de las camas de cultivo con las excretas y así favorecer el desarrollo de las bacterias nitrificadoras (*Nitrosomonas* sp. y *Nitrobacter* sp.) (Colagrosso, 2014), creando las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas.

Las semillas de arroz variedad “La Esperanza” se adquirieron como producto comercial, en el mercado local. Las semillas se sembraron en el almacigo de arena fina utilizando el método de sembrado de chorro continuo, en pequeñas hileras de 5 cm entre hileras, las cuales se almacigaron por 20 días después de germinado, periodo en la cual las plántulas alcanzaron 15 cm de altura, momento en el cual se trasladaron a las camas en el sistema acuapónico.

Se sembró un total de 840 plantas de arroz, a un distanciamiento de 0,10 m x 0,10 m, para un total de 8,4 m².

Los datos obtenidos de la investigación fueron analizados mediante estadísticos descriptivos de tendencia central (Mínima, Máxima y Media) y de dispersión (Desviación Estándar y Varianza).

Resultados y discusión

A. Porcentaje de germinación y número de macollos.

La tabla 1, muestra los estadísticos descriptivos para el porcentaje de germinación y número de macollos de plantas de arroz var. “La Esperanza”, en un sistema acuapónico, en los cuales, se muestra que, las plantas mostraron una germinación media de 79,25%, asimismo, las plantas formaron 2 a 5 macollos por planta con una media de 4,68 macollos.

Tabla 1.

Porcentaje de germinación y número de macollos de plantas de arroz var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Porcentaje de germinación (%)	53	0	100	79.25	24.795	614.804
N válido (según lista)	53					
Número de macollos	53	2	5	4.68	0.701	0.491
N válido (según lista)	53					

Al respecto, Secretaria General de Agricultura (2003) afirma que, una semilla de calidad debe mostrar la pureza genética de la variedad, no presentar semillas de malezas, así como un alto porcentaje (más del 90%) de germinación, lo cual, no concuerda con el porcentaje de germinación obtenido, el cual está en una media de 79,25%, siendo un porcentaje bajo, debido probablemente a la calidad de la semilla empleada en la presente investigación. Olmos (2007) indica que, a la madurez el arroz presenta un tallo principal y una cierta cantidad de macollos el cual está ligado de la densidad de siembra (3 macollos en alta densidad, hasta 15 macollos en bajas densidades), concordando con los resultados obtenidos en el sistema acuapónico, ya que el arroz var. “La Esperanza”, logro de 2 a 5 macollos y una media de 4,68 macollos, a un distanciamiento de 0,10 x 0,10 m, el cual corresponde a una alta densidad de siembra.

B. *Altura de plantas.*

La tabla 2, muestra los estadísticos descriptivos para altura de plantas de arroz var. “La Esperanza”, en un sistema acuapónico, en los cuales, se observa que, las plantas lograron 93,79 cm de altura a los 111 días de instalado en el sistema acuapónico.

Tabla 2.

Altura de plantas de arroz var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico.

	15 días	21 días	36 días	51 días	66 días	81 días	96 días	111 días
N								
Válidos	53	53	53	53	53	53	53	53
Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	3,49	17,96	29,85	49,92	69,57	76,70	84,08	93,79
Desv. típ.	1,049	5,857	9,546	14,386	6,323	5,813	4,640	4,404

Al respecto, Palacios (2010) indica que, el arroz var. “La Esperanza” muestra un período vegetativo de 135 días, una altura de planta de 100 cm, concordando con el comportamiento de crecimiento y período de desarrollo del arroz var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico, con la ventaja que, en el sistema acuapónico no se aplicó ningún tipo de fertilizante químico, dependiendo solamente del aporte de desechos orgánicos generados por los peces (*Piaractus brachypomun*) cultivados en los tanques de crianza del sistema acuapónico, lo cual es corroborado por Jiménez (2020), quien indica que, el sistema acuapónico es una tecnología que combina la agricultura de hortalizas sustentado

por el agua conteniendo nutrientes provenientes de los cultivos de organismos hidrobiológicos. Estos sistemas integrales pueden promover el desarrollo de la colectividad, la economía y el ecosistema en lugares afectados por la contaminación, escasez de alimentos nutritivos y saludables, mediante la optimización del espacio y la reutilización del agua, adaptándose a las condiciones de espacio, clima, recursos, componentes, peces e incluso los vegetales a cultivar.

C. Emisión de panojas por planta.

La tabla 3, muestra los estadísticos descriptivos para la emisión de panojas de arroz var. “La Esperanza”, en un sistema acuapónico, en los cuales, se observa que, la emisión de las panojas se inició a los 81 días, generándose 5 panojas por planta y este número de panojas no varió hasta la etapa de cosecha.

Tabla 3.

Emisión de panojas por planta de arroz var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Panojas (81 días)	53	0	5	1.55	1.539	2,368
Panojas (96 días)	53	0	5	3.13	1,569	2,463
Panojas (111 días)	53	1	5	3,47	1,250	1,562
N válido (según lista)	53					

Olmos (2007) menciona que, la densidad de panoja/m² determina el primer componente del rendimiento del cultivo. Una densidad media de 250 plantas/m² sería lo adecuado para lograr una adecuada cantidad de panojas/m² en el estadio reproductivo. Con altas densidades de siembra se forman aproximadamente dos macollos fértiles por planta es decir que, a la cosecha se tendrían unas 500 panojas/m². Tomamos este valor como estimativo de una buena implantación si bien un mayor valor sería lo deseable, lo cual corrobora los resultados obtenidos, en los cuales el arroz var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico, generó un máximo de 5 panojas por planta y una media de 3.47 panojas, a un distanciamiento de 0.10 x 0.10 m, el cual corresponde a una alta densidad de siembra. Este comportamiento se puede interpretar de acuerdo a lo indicado por Ramírez et al. (2008), quien afirma que la acuaponía supone una tecnología de producción compatible con el medio ambiente, porque promueve el reciclaje de los desechos

producidos por los organismos hidrobiológicos, los cuales son utilizados para promover el desarrollo de las plantas, requiriendo menor cantidad de agua y generando muy pocos desechos. Adicionalmente, debido a que es incompatible el uso de agroquímicos, los cuales son mortales para los peces, la acuaponía se lleva a cabo sin uso de pesticidas, de manera orgánica, si es que se alimentan a los peces con este fin, incrementando el valor de los alimentos originados en estos sistemas de producción (Lennard, 2004).

D. Cosecha por planta y rendimiento por hectárea

Tabla 4.

Cosecha por planta y rendimiento por hectárea de arroz var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Cosecha/planta (g) (136 días)	53	57	2082	907,55	539,325	290871,406
N válido (según lista)	53					
Rendimiento/ha (kg/ha)	53	2260	20820	10074,72	5123,987	26255240,784
N válido (según lista)	53					

La tabla 4, muestra los estadísticos descriptivos para la cosecha por planta y el rendimiento por hectárea de arroz var. “La Esperanza”, en un sistema acuapónico, en los cuales, se observa que, a los 134 días en el cual se realizó la cosecha, cada planta produjo una media de 907.55 g de arroz cáscara, y un rendimiento por hectárea media de 10 074.72 kg.

Palacios (2010) indica que, la variedad de arroz INIA 509 “La Esperanza”, muestra un rendimiento potencial de 11,5 t/ha, un peso de 1000 granos de 27,0 g, con tolerancia a plagas como *Pyricularia grisea* principalmente, y una buena calidad molinera y culinaria, lo cual se ajusta a los resultados obtenidos, en los cuales, el arroz var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico, generó una media de 907,55 g de arroz cáscara por planta y un rendimiento por hectárea media de 10 074,72 kg, a un distanciamiento de 0,10 x 0,10 m, el cual corresponde a una alta densidad de siembra, siendo este valor ligeramente inferior a lo indicado por Palacios (2010), para esta variedad de arroz, sin embargo, se debe contemplar los beneficios adicionales que el sistema acuapónico aporta al sistema de producción, el cual lo explica Gamarra y Mija (2020), quienes afirman que, gran parte de los vegetales podrían adecuarse al cultivo en un sistema de acuaponía, teniendo algunas consideraciones importantes como el balance de nutrientes y la óptima acción simbiótica



entre el componente animal (peces) y el componente vegetal (cultivos), y la capacidad de remoción de nutrientes por los vegetales dependerá de la especie, tamaño y edad, indicando, además que, la acuaponía es una de las pocas técnicas de cultivo que garantiza la eliminación de contaminantes, reducción de costos de producción y posibilidad de aumentar la rentabilidad, ofreciendo un equilibrio sostenible, garantizando un buen estado de cultivo controlado al proporcionar un mejor control de calidad del agua, uso reducido del agua, gestión mejorada de residuos y reciclaje de nutrientes. Asimismo, Pichardo & Salcedo (2017) afirman que, la acuaponía muestra beneficios sociales y económicos, y puede servir como una fuente de empleo o emprendimiento local, promoviendo la participación comunitaria y el desarrollo económico. Además, al ser una práctica que se puede implementar en espacios urbanos, fomenta la educación ambiental y la conciencia sobre la importancia de la producción de alimentos respetando la naturaleza por tratarse de un sistema circular con bajo consumo de agua.

Fernández, (2011) indica que, este sistema reduce la dependencia de la agricultura convencional y los largos procesos de transporte de alimentos, asimismo, la acuaponía utiliza un sistema de recirculación de agua en un ciclo cerrado, de tal manera que, los desechos metabólicos de los peces son tratados para ser aprovechados como fertilizantes para las plantas cultivadas; luego el agua retorna al tanque de peces y se reinicia el ciclo, reduciendo significativamente la cantidad de agua necesaria en comparación con los métodos agrícolas convencionales, aunque tiene requerimientos de energía para el suministro extra de oxígeno, pero sin duda puede ser un sistema valioso en comunidades con acceso limitado a este recurso.

Villalva (1994) menciona que, la acuaponía elimina la necesidad de utilizar fertilizantes químicos apuntando así al desarrollo de agricultura sostenible. En este sistema, los desechos de los peces proporcionan los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. A medida que los peces excretan desechos ricos en nutrientes, como nitrógeno y fósforo, éstos se convierten en formas utilizables por las plantas a través del proceso de descomposición bacteriana. Como resultado, no se requiere la aplicación de fertilizantes químicos adicionales, lo que no sólo reduce los costos de producción, sino que también





promueve una agricultura más sostenible y amigable con el medio ambiente (Ramírez, 2008).

De igual manera, los sistemas acuapónicos, podría producir peces y vegetales frescos, de manera continua, generando recolectas cada semana (Wilson, 2005), por este motivo, Tapia (2018) afirma que los sistemas acuapónicos son fáciles de construir y manejar en espacios limitados en las ciudades, para poder generar productos de calidad y buen sabor, totalmente orgánica, brindando recursos económicos, suministrando proteína animal y biomasa vegetal, causando una impacto positiva en la seguridad alimentaria, social y económica de una familia, ya que este tipo de tecnología, aparte de ser rentable y con un alto potencial comercial, se podría considerar como tecnologías efectivas para el crecimiento sostenible de las zonas urbanas, siendo estos beneficios que nos brinda la producción acuapónica, lo que lo hace más eficiente y sustentable en comparación con los sistemas de producción convencional, brindando más ventajas que el solo hecho de los ingresos económicos que se puedan obtener de los cultivos de plantas.

Conclusiones

- El comportamiento productivo del arroz (*Oryza sativa* L.) var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico en Yarinacocha, Ucayali, estuvo acorde a los parámetros productivos característicos de la variedad de arroz estudiada, resaltando el rendimiento por hectárea media de 10 074.72 kg que mostró el arroz var. “La Esperanza” en un sistema acuapónico, en los cuales, no se empleó ningún tipo de fertilizante químico, ya que la acuaponía, al utilizar un sistema de recirculación de agua, los desechos metabólicos de los peces, son transformados en nutrientes que fueron aprovechados para el desarrollo de las plantas, reduciendo los costos de producción, produciendo peces y arroz totalmente orgánicos y promoviendo una agricultura más sostenible y amigable con el medio ambiente.

Agradecimiento

Al Instituto Superior Pedagógico Bilingüe de Yarinacocha, por proveer las instalaciones del Sistema Acuapónico para el desarrollo de la investigación.



Referencias bibliográficas

- Affan, M., Falah, F., Khuriyati, N., Nurulfatma, R., & Dewi, K. (2013). Controlled environment with artificial lighting for hydroponics production systems. *Journal of Agricultural Technology*, 9(4), 769–777.
- Autoridad Nacional del Agua (2012). Huella hídrica de arroz en el Perú. Recuperado de <http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/ANA/546/1/ANA0000332.pdf>
- Bhattarai, N., Prevost, A. T., Wright, A. J., Charlton, J., Rudisill, C., & Gulliford, M. C. (2013). Effectiveness of interventions to promote healthy diet in primary care: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMC Public Health*, 13(1), 1203. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-1203>
- Colagrosso, A. (2014). Instalación y manejo de sistemas de cultivo acuapónicos a pequeña escala. Recovered: <http://es.calameo.com/read/00536860803513b156f19>
- Danaher, J. J., Shultz, R. C., Rakocy, J. E., & Bailey, D. S. (2013). Alternative Solids Removal for Warm Water Recirculating Raft Aquaponic Systems. *Journal of the World Aquaculture Society*, 44(3), 374–383.
- Fernández, C. G. (2011). El cambio climático: los aspectos científicos y económicos más relevantes. *Nómadas Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, pp. 32-34
- Flores Aguilar, P. S., García Trejo, J. F., Martínez Guido, S.I. (2020). Acuaponía: una alternativa versátil e integral en la producción de alimentos para el entorno mexicano. *Digital Ciencia@ UAQRO*, 4(6), 43-53. (pp. 43 - 53)
- Forsthovel, L. (2009). Experiencing Aquaponics at UVI. *Aquaponics Journal*, 4(55), 24–25.
- Gamarra Alcántara, J.C., Mija Huamán, E. (2020). Comparación de eficiencia en la remoción de nitratos usando distintas especies vegetales en un sistema acuapónico. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Lima, 2020. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3218/Jose_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- García Ulloa. (2010). Acuacultura rural en la Costa Sur de Jalisco: caso de estudio Rural. *Universidad de Colima, AIA*, 14(2), 3–28.
- Jiménez Márquez, O. (2020). Acuaponía: Una forma potencial y sustentable de cultivar de manera eficiente y sustentable alimentos. III Congreso Virtual Internacional sobre Economía Social y Desarrollo Local Sostenible, Febrero, 2020. Disponible en: <https://www.eumed.net/actas/20/economia-social/26-acuaponia-una-forma-potencial-y-sustentable-de-cultivar.pdf>
- Infoagro. (2010). El cultivo del Arroz. Recuperado de <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>

- Lara, J., Hobbs, N., Moynihan, P. J., Meyer, T. D., Adamson, A. J., Errington, L., & ..., (2014). Effectiveness of dietary interventions among adults of retirement age: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Medicine*, 12(1), 10-1186.
- Lennard, W.A. (2004). Aquaponics research are RMIT University, Melbourne Australia. *AquaponicsJournal*. Número 35:18-24, cuarto trimestre
- MINAGRI-DGESEP (Ministerio de Agricultura y Riego-Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas). (2018). Arroz 2001-2017. Consultado 25 ene 2018. Disponible en http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/nota-coyuntura-arroz-280818_2.pdf.
- MINAGRI. (2020). Desarrolla nueva variedad de arroz de alta productividad. Lambayeque. Obtenido de <https://www.inia.gob.pe/2020-nota-058/>
- Mostajo, G.O. (2017). Plan Nacional de Cultivos: Campaña Agrícola 2018, 2019. Consultado dic 2018. Disponible en <http://www.agroarequipa.gob.pe/images/AGRICOLA/PLAN%20NACIONAL%20ODE%20CULTIVOS%202018-2019%20APROBACION.compressed.pdf>.
- Navarrete, J. (2017). El mercado del arroz. *El Economista*. Recuperado de <https://www.economista.com.mx/opinion/El-mercado-del-arroz-I-20170612-0005.html>
- Naylor, R. L., Hardy, R. W., Bureau, D. P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A. P., ... Nichols, P. D. (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(36), 15103– 15110. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905235106>
- Olmos, S. (2007). Apunte de morfología, fenología, eco fisiología, y mejoramiento genético del arroz. Cátedra de Cultivos II. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. Disponible en: <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Palacios Agurto, O. (2010). Arroz INIA 509 “La Esperanza”. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Dirección de Investigación Agraria. Programa Nacional de Investigación en Arroz. Estación Experimental Agraria “El Porvenir”. Tarapoto.
- Pichardo Velázquez, I., Salcedo Pérez, A. (2017). Sistema acuapónico doméstico: viabilidad económica y evaluación de cultivos. *Repositorio Institucional Investigare-PUCMM*, 12.
- Ramírez, D., Sabogal, D., Jiménez, P., Hurtado Giraldo, H. (2008). La acuaponía: una alternativa orientada al desarrollo sostenible. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*. ISSN 1900-4699, Volumen 4, Número 1, Páginas 32-51, 2008.
- Ramírez, D. S. (2008). La acuaponía: una alternativa orientada al desarrollo sostenible. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 3, pp. 32-51.
- Secretaría General de Agricultura (2003). Manual técnico para el cultivo de arroz (*Oryza sativa*). Dirección de ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Comayagua,



Honduras. Disponible en: <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>

- Tang, L., Quiang, L., Yang, W., & Jianying, W. (2016). ¿Los servicios agrícolas contribuyen al ahorro de costos? La evidencia de los productores de arroz chinos. *China Agricultural Economic Review*.
- Tapia Díaz, C.G. (2018). Rediseño de reactores acuapónicos unifamiliares para el autoconsumo. Tesis para la obtención del título de Ingeniero Ambiental. Universidad Internacional SEK. Facultad de Ciencias Ambientales. Quito, 2018. Disponible en: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3090/1/TESIS%20Final%20corregida%20%20ACUAPONIA%20TAPIA%202018.pdf>
- Villalva Quintana, S. (1994). *Agricultura sostenible*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Wilson, G. (2005). As I see it. *Business Week* backs urban fish farms, rooftop gardens, but misses the aquaponics connection. *Aquaponics Journal*. Número 36:43, primer trimestre.

