



II Jornadas de Ciencia y Tecnología

II Encuentro de investigadores en formación

Facultad Regional Mar del Plata

17 de noviembre de 2022

II Jornadas de Ciencia y Tecnología : II Encuentro de investigadores en formación / Daniela Alaniz ... [et al.] ; compilación de Alicia Zanfrillo ; prefacio de Alicia Zanfrillo. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional, 2023. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-950-42-0225-7

1. Hidrodinámica. 2. Ingeniería Naval. 3. Recursos Pesqueros. I. Alaniz, Daniela II. Zanfrillo, Alicia, comp.
CDD 627

ISBN 978-950-42-0225-7





II Jornadas de Ciencia y Tecnología II Encuentro de investigadores en formación

17 de noviembre de 2022

Facultad Regional Mar del Plata

Memoria de Trabajos

Publicado en mayo de 2023

MIEMBROS DEL COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente: Ing. Fernando Scholtus

Integrantes:

Esp. Beatriz Lupín

Mg. Néstor Machado Susseret

Dra. Marina Maggiore

Dr. Sebastián Ortiz Miranda

Dra. Yamila Rodríguez

Dra. Alicia Zanfrillo

MIEMBROS DEL COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Juan Ignacio Ardhenghi

Lic. Cecilia Castaños

Dr. Gustavo Carr

Mg. Nancy Figueroa

Dr. Eduardo Howard

Esp. Beatriz Lupín

Dra. Marina Maggiore

Dr. Sebastián Ortiz

Dra. Nair de los Ángeles Pereira

Dra. Yamila Rodríguez

Dr. Martín Sequeira

Dr. Santiago Urquiza

Dra. Marta Vidal

Dr. Gerardo Wadel

Dra. Alicia Zanfrillo

Acuaponía desacoplada como solución para la optimización de sistemas convencionales de producción acuícola.

Castellini, Damian L.^{1,3}
Zanazzi, Aldo N.¹
Cecchi, Federico A.¹
Pereira, Nair de los Angeles.^{1,2,3}
Asiain Arturo.¹
Tomaselli, Brian N.¹
Rodriguez, Yamila E.^{1,2,3}
Waldmann, Paula.¹

damiancastellini@gmail.com

¹ Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Grupo de investigación LACUI. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

² Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), FCEyN, UNMdP-CONICET. Laboratorio de Fisiología de Organismos Acuáticos y Biotecnología Aplicada (FCEyN). Funes 3250. Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Resumen: La Acuaponía integra la producción hidropónica y acuícola en un mismo sistema que permite reutilizar los desechos metabólicos de los animales como fuente de nutrientes para las plantas. Esto permite mejorar la eficiencia respecto a los sistemas que trabajan independientemente. La principal problemática de los sistemas acuapónicos convencionales es la generación de desechos sólidos (heces y alimento no consumido) que deben ser extraídos y tratados aparte. La “Acuaponía desacoplada” separa la producción de peces y plantas e incorpora un proceso que permite el aprovechamiento de los desechos sólidos. El objetivo de este trabajo es diseñar y estimar cómo impacta la implementación de este tipo de sistemas en relación con una producción convencional acuapónica. Se utilizaron datos obtenidos durante el desarrollo de un cultivo acuapónico tradicional realizado en el Laboratorio de Acuicultura de la UTN FRMdP. El sistema contó con una biomasa total de 26 kg de Tilapia nilótica y 44 plantas de albahaca (36 plantas por m²). Las estimaciones basadas en el diseño desarrollado sugieren que un sistema desacoplado permitiría ampliar la producción vegetal, reducir considerablemente los efluentes del sistema piscícola e independizar las variables que influyen en el desarrollo productivo de los sistemas de producción permitiendo un mejor control de cada cultivo.

Palabras Clave: Acuaponía, sistema desacoplado, desechos sólidos, Tilapia nilótica.

Decoupled aquaponics as a solution for the optimization of conventional aquaculture production systems.

Castellini, Damian L.^{1,3}
Zanazzi, Aldo N.¹
Cecchi, Federico A.¹
Pereira, Nair de los Angeles.^{1,2,3}
Asiain Arturo.¹
Tomaselli, Brian N.¹
Rodriguez, Yamila E.^{1,2,3}
Waldmann, Paula.¹

damiancastellini@gmail.com

¹ Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Grupo de investigación LACUI. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

² Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), FCEyN, UNMdP-CONICET. Laboratorio de Fisiología de Organismos Acuáticos y Biotecnología Aplicada (FCEyN). Funes 3250. Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Abstract: Aquaponics integrates hydroponic and aquaculture production in the same system that allows the metabolic waste of animals to be reused as a source of nutrients for plants. This makes it possible to improve efficiency compared to systems that work independently. The main problem of conventional aquaponic systems is the generation of solid waste (feces and uneaten food) that must be extracted and treated separately. "Decoupled aquaponics" separates the production of fish and plants and incorporates a process that allows the use of solid waste. The objective of this work is to design and estimate how the implementation of this type of systems impacts in relation to a conventional aquaponic production. Data obtained during the development of a traditional aquaponic culture carried out in the Aquaculture Laboratory of the UTN FRMdP were used. The system had a total biomass of 26 kg of *Tilapia nilotica* and 44 basil plants (36 plants per m²). Estimates based on the design developed suggest that a decoupled system would make it possible to expand plant production, considerably reduce effluents from the fish farming system, and make the variables that influence the productive development of production systems independent, allowing better control of each farming.

Keywords: Aquaponics, decoupled system, solid waste, Nilotic Tilapia.

Introducción

Los cultivos agrícolas acompañan el crecimiento poblacional para poder sustentarlo nutricionalmente, aunque en muchos casos esto no es viable por la dependencia de estos sistemas a las características de los suelos (Sambo et al., 2019). Estas situaciones obligaron al desarrollo de sistemas más eficientes en el uso de los recursos como el caso de la hidroponía, donde las plantas se desarrollan y crecen en diferentes sustratos, pero con las raíces en el agua (Martan, 2007). Por otro lado, dentro de la acuicultura podemos encontrar distintos sistemas de cultivo, que varían según su complejidad y su eficiencia en la utilización del agua, siendo el “Sistema de Recirculación en Acuicultura” (SRA) el que mejores prestaciones presentan respecto al uso de la tierra, la producción y el recurso agua (Ahmed y Turchini, 2021). Si estos dos sistemas de producción mencionados (hidroponía y acuicultura) se combinan de manera simbiótica obtenemos un método llamado Acuaponía, que genera un cultivo de alimentos naturales y con un bajo impacto en el ambiente, aprovechando los metabolitos de los organismos del sistema acuícola para la nutrición de los vegetales (Li et al., 2018). La acuaponía representa un gran aporte a la sustentabilidad de la producción de alimentos, pero tiene el problema de que no trata los desechos sólidos, principalmente representados por las heces de los animales y el alimento no consumido por los animales (Körner et al., 2021). En los últimos años se han desarrollado distintas metodologías para mejorar el desempeño de estos sistemas, surgiendo como resultado el nacimiento de la “acuaponía desacoplada”. En esta técnica, los sistemas de acuicultura e hidroponía se independizan, utilizando solo como conexión el uso de los desechos del agua filtrada y sólidos de la parte acuícola, siendo estos tratados para convertirse en fuente de nutrientes para el cultivo vegetal (Goddek et al., 2019). El tratamiento de los desechos puede ser por varias vías, de manera aeróbica, anaeróbica o por medio de la lombricultura (Goddek et al., 2019; Askari-Khorasgani y Pessarakli, 2020). Así mismo, permite un mejor control de las variables fisicoquímicas para cada sistema, logrando que cada parte llegue a los valores óptimos sin que uno afecte el desarrollo del otro (Goddek et al., 2019). Por lo mencionado anteriormente, surge como objetivo diseñar y estimar cómo impactaría la implementación de un sistema acuapónico desacoplado en relación con una producción convencional acuapónica.

Materiales y métodos

Bioensayo sistema acuapónico tradicional

Se realizó el bioensayo en el Laboratorio de Acuicultura (LACUI) UTN FRMdP, el mismo consistió en colocar en un mismo sistema acuapónico ejemplares de Tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y albaca (*Ocimum basilicum*) (Figura 1).

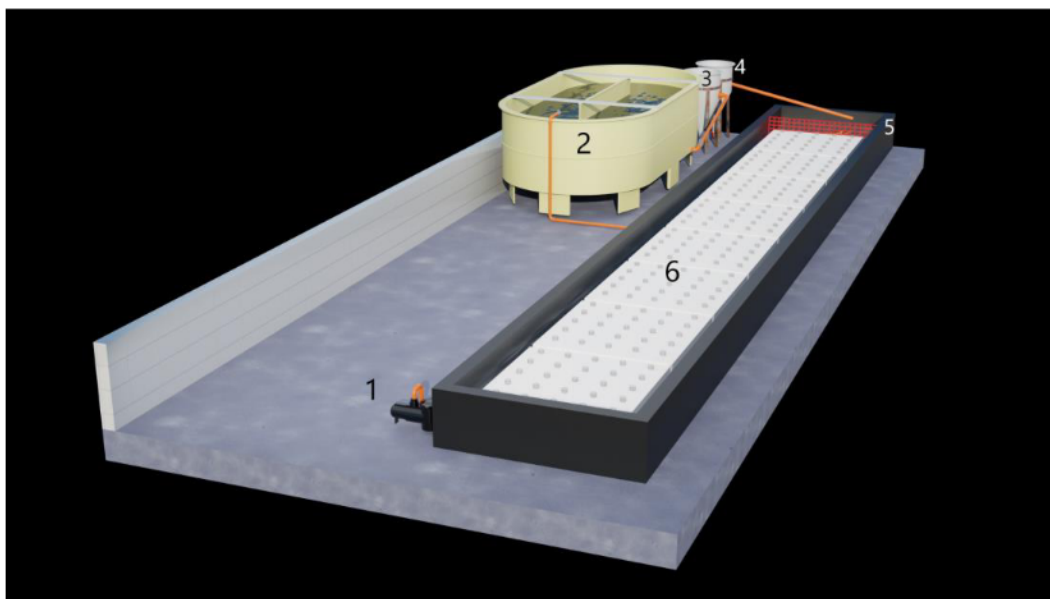


Fig. 1. Sistema acuapónico convencional. 1: Bomba centrífuga; 2: Tanque contenedor de peces; 3: Sedimentador; 4: Filtro mecánico; 5: Filtro biológico; 6: Planchas soporte de plantas.

Para el balance entre la biomasa de peces y plantas, según lo recomendado por la bibliografía, se suministró 60 g de alimento por cada metro cuadrado de balsas de cultivo hidropónico (Rakocy et al., 2006), siendo la biomasa de peces de 26 kg ($10,4 \text{ kg/m}^3$). Estos se alimentaron con una ración diaria del 1,6% de la biomasa y un balanceado formulado según CTAQUA (2017). Con respecto a las plantas, se colocaron 44 ejemplares de albaca con un peso de $0,5 \pm 0,18 \text{ g}$, sobre la balsa flotante de $1,2 \text{ m}^2$ (poliestireno expandido).

Desarrollo de un sistema de acuaponía desacoplada

Con el fin de estimar la producción de vegetales en un sistema de acuaponía desacoplada, se utilizó como referencia bibliográfica la metodología propuesta por Goddek et al. (2019), en el capítulo 8 de este trabajo se describe el diseño del mismo y el cálculo del área destinada a los vegetales. En el capítulo mencionado mediante la cantidad aportada de fosforo en el alimento y el posterior tratamiento de los lodos del sistema RAS, se estima la cantidad de plantas que puede soportar el cultivo hidropónico.

Resultados

Bioensayo en acuaponía convencional

Luego de 28 días las plantas incrementaron su peso de $0,5 \pm 0,18$ g a $30,4 \pm 10,41$, obteniéndose una biomasa final vegetal de 1094 g. Los parámetros del agua fueron de: pH de $6,98 \pm 0,16$ y temperatura de $23,06 \pm 0,98$ °C.

Desarrollo de un sistema de acuaponía desacoplada

El diseño del sistema se muestra en la Figura 2, en esta se puede visualizar el proceso de transporte de los residuos sólidos filtrados hacia el sistema hidropónico a través del retrolavado del filtro de arena, el cual los dirige al Filtro Biológico Animal (FBA). En el FBA se encuentran las lombrices encargadas de realizar el tratamiento biológico para procesar la materia orgánica, permitiendo obtener un medio nutritivo de acción inmediata y de larga duración (Garcia, 2013). Según las estimaciones realizadas en base al alimento suministrado y la cantidad de fosforo agregado en la dieta, se observó que la producción vegetal se podría cuadruplicar en relación a un sistema acuapónico convencional.

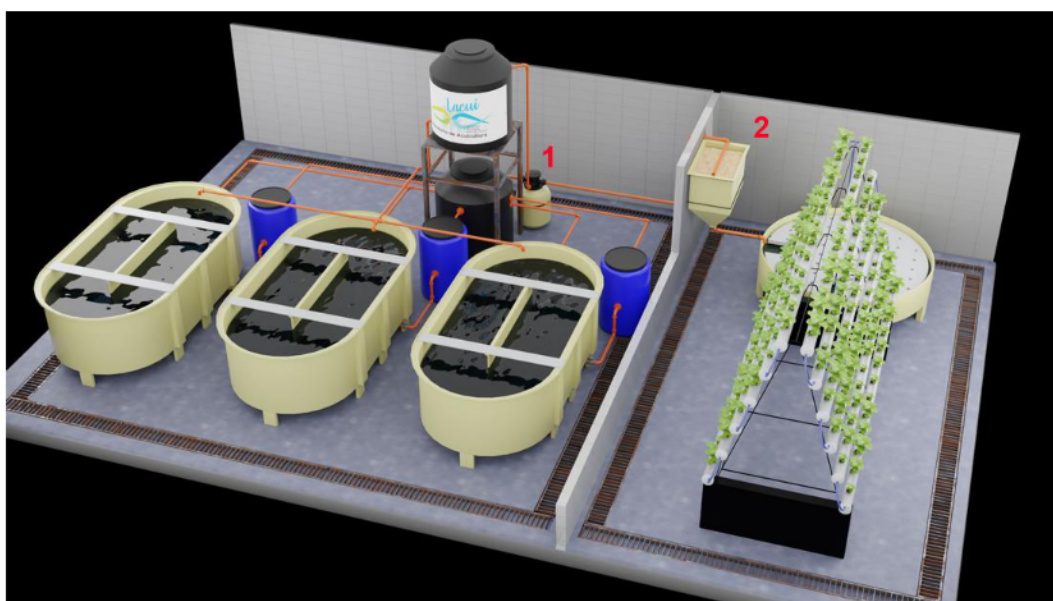


Fig. 2. Diseño sistema acuapónico desacoplado. 1: Filtro de arena; 2: Filtro Biológico Animal.

Discusión

El gran aumento poblacional estimado para 2025 (Tripathi et al., 2019) está provocando una mayor presión para el avance en el estudio de sistemas biointegrados para la generación de alimentos, a su vez, el aprovechamiento de los residuos sedimentables generados por la actividad acuícola se vuelve sumamente importante de cara a este futuro. En el presente

trabajo el sistema desacoplado diseñado puede cuadruplicar la producción vegetal en relación a un sistema convencional, partiendo de la misma biomasa animal y con las mismas tasas de alimentación. En este sentido, los sistemas acuapónicos desacoplados minimizan el impacto ambiental reduciendo la descarga de efluentes semisólidos y mejoran el rendimiento de los sistemas frente a producciones convencionales.

Referencias bibliográficas

- Sambo, P., Nicoletto, C., Giro, A., Pii, Y., Valentinuzzi, F., Mimmo, T., ... & Cesco, S. (2019). Hydroponic solutions for soilless production systems: issues and opportunities in a smart agriculture perspective. *Frontiers in Plant Science*, *10*, 923.
- Martan, E. (2008). Polyculture of fishes in aquaponics and recirculating aquaculture. *Aquaponics Journal*, *48*(1), 28-33.
- Ahmed, N., & Turchini, G. M. (2021). Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation. *Journal of Cleaner production*, *297*, 126604.
- Li, C., Lee, C. T., Gao, Y., Hashim, H., Zhang, X., Wu, W. M., & Zhang, Z. (2018). Prospect of aquaponics for the sustainable development of food production in urban. *Chemical Engineering Transactions*, *63*.
- Körner, O., Bisbis, M. B., Baganz, G. F., Baganz, D., Staaks, G. B., Monsees, H., ... & Keesman, K. J. (2021). Environmental impact assessment of local decoupled multi-loop aquaponics in an urban context. *Journal of Cleaner Production*, *313*, 127735.
- Goddek, S., Joyce, A., Wuertz, S., Körner, O., Bläser, I., Reuter, M., & Keesman, K. J. (2019). Decoupled Aquaponics Systems. En S. Goddek, A. Joyce, B. Kotzen, & G. M. Burnell (Eds.), *Aquaponics Food Production Systems* (pp. 201-229). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_8
- Askari-Khorasgani, O., & Pessarakli, M. (2020). Tomato (*Solanum lycopersicum*) culture in vermi-aquaponic systems: III. Strategies for sustainable and economic development: Co-cultivation with aquatic species. *Journal of plant nutrition*, *43*(11), 1740-1756.
- Rakocy J. E., Masser M. P. y Losordo T. M. (2006). Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture. The Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication No. 454.
- Centro Tecnológico de la Acuicultura (CTAQUA). (2017). Alimentación Optimizada para Tilapia Nilótica (*Oreochromis Niloticus*) de Senegal. Informe de Vigilancia Tecnológica, 48 pp.
- García, M., Espinosa, M. G. N., López, C. N. V., & López, J. V. (2013). Elaboración de abono orgánico a base de lombriz roja californiana. (Trabajo de grado). Universidad de Chiapas, Chiapas, México.
- Tripathi, A. D., Mishra, R., Maurya, K. K., Singh, R. B., & Wilson, D. W. (2019). Estimates for world population and global food availability for global health. In *The role of functional food security in global health* (pp. 3-24). Academic Press.