

Cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en tubos de recirculación acuapónica

Mayra García Rosas¹, Rolando Pio Loeza², Juan José Vargas Magaña², Jesús Manuel Salas Castillo², Carlos Alberto Lastra del Rivero² y Juan Alfredo Corbalá-Bermejo^{*2}

Universidad Autónoma de Campeche¹, Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias²
Escárcega, Campeche México

*Autor de correspondencia: jacorbal@uacam.mx

Abstract— The aim of the study was to compare the flowering and the quantity of fruits of jalapeño pepper (*Capsicum annuum* L.) in three substrates: aquaponic recirculation tubes, aerobic compost, and unfertilized soil. The cultivated species were Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). The seedlings were transplanted at the same time in each treatment. They were monitored weekly and the flowering and the number of fruits were evaluated. According to the results, the aerobic compost substrate allows obtaining a greater number of jalapeño pepper fruits. Statistical results indicate that the aerobic compost treatment was better than unfertilized soil, although it is equal to aquaponics, which suggests that aquaponics is an alternative to grow jalapeño pepper with production yields like the aerobic compost substrate.

Keyword— jalapeño pepper, aerobic compost, aquaponics, flowering, fruit, production

Resumen— El objetivo fue comparar la floración y la cantidad de frutos de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en tres sustratos: tubos de recirculación acuapónica, composta aeróbica y tierra sin fertilizar. La especie cultivada fue Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Las plántulas se trasplantaron al mismo tiempo en cada tratamiento. Se monitorearon semanalmente y se evaluó la floración y la cantidad de frutos. De acuerdo con los resultados el sustrato composta aeróbica permite obtener un mayor número de frutos de chile jalapeño. Los resultados estadísticos indican que el tratamiento composta aeróbica fue mejor que tierra sin fertilizar, aunque es igual a acuaponía lo que sugiere que la acuaponía es una alternativa para cultivar chile jalapeño con rendimientos de producción similares al sustrato composta aeróbica.

Palabras claves— Chile jalapeño, composta aeróbica, acuaponía, floración, frutos, producción

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es el sector de producción de alimentos de más rápido crecimiento, y representa el 50% del pescado destinado a la alimentación mundial [1]. En 2018, la producción pesquera alcanzó 179 millones de toneladas de las cuales 82 millones de toneladas procedieron de la producción acuícola representando el 46% del volumen total [2]. Sin embargo, este crecimiento acelerado del sector ha ocasionado fuerte presión sobre los recursos hídricos, suelo y ha incrementado el impacto ambiental [3].

Uno de los problemas que presenta la acuicultura tradicional, es que requiere de grandes cantidades de agua, debido a que la acumulación de desechos orgánicos en los estanques produce un deterioro en la calidad del agua, la cual juega un papel muy importante en el éxito o fracaso de un cultivo [4, 5].

La tasa del recambio de agua varía según el tipo de sistema de producción y de la densidad de los peces. En el sistema intensivo el recambio de agua es del 15% a 30% diario de todo el volumen del tanque mientras que en un sistema super-intensivo puede ser de hasta 100 % por hora [6]. Los efluentes son generalmente descargados de forma continua a cuerpos de agua adyacentes y representan un riesgo para las aguas receptoras y animales acuáticos por su alto contenido de nitrógeno y fósforo [7].

Actualmente se han implementado estrategias y alternativas que permiten reducir el impacto que genera la acuicultura en los ecosistemas receptores de efluentes, así como mejorar la eficiencia del agua y aprovechar la materia orgánica y residuos de alimento para maximizar los ingresos del sistema de producción [8, 9].

La acuaponía es un sistema sostenible de producción simultánea de plantas y peces que combina la acuicultura tradicional con el cultivo hidropónico en un medio ambiente simbiótico [10]. Este sistema se basa en un principio de recirculación de agua donde los desechos generados por los peces constituyen una fuente de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas las cuales son absorbidos por las raíces que limpian y oxigenan el agua la cual queda lista para ser reutilizada [11, 12, 13]. Esta relación simbiótica reduce casi a cero la cantidad de residuos o la contaminación del agua y es una alternativa para tener un consumo más racional de esta, ya que la acuaponía usa solamente el 2% de agua que se destina a un cultivo tradicional en suelo, principalmente por la posibilidad de reutilizarla, considerando que la agricultura es una de las actividades con mayor consumo de este recurso en el mundo [14].

La Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) es el pez más cultivado en los sistemas acuapónicos, ya que tolera fluctuaciones drásticas en la calidad del agua, así como condiciones de hacinamiento [15], en cuanto a las plantas que tiene un mejor rendimiento y comportamiento más estable son la lechuga (*Lactuca sativa*), las coles o repollo (*Brassica oleracea var. Capitata*), mientras que hortalizas como tomate (*Solanum lycopersicum*), pimientos (*Capsicum sp.*) y pepinos (*Cucumis sativus*), requieren mayores suministros nutrimentales, por los que los sistemas acuapónicos de producción son más complejos [16].

A nivel mundial el chile es una de las principales hortalizas cultivadas con una producción de 36,771, 482 toneladas, siendo México el segundo país exportador con el 9.19% de la producción total [17]. En México la hortaliza con mayor importancia económica es el chile con un aporte del 20.2% en la producción de hortalizas a nivel nacional [18]. De los 29 tipos de chiles cultivados en el país cuatro variedades contribuyen con el 77.9% del volumen de producción a nivel nacional, estando en primer lugar el chile jalapeño con el 31.2% al ser el más cultivado y consumido [19]. El chile jalapeño es muy popular a nivel internacional y su buen sabor y aspecto atractivo hace que tenga muy buena aceptación en el mercado [20, 21].

El cultivo de chile jalapeño se realiza bajo dos sistemas de producción: producción a campo abierto el cual es el más extendido en México y el sistema de producción bajo cubierta (invernadero, casa sombra o macro túnel), enfocado a la producción de chiles de gran valor económico [22].

El método tradicional para el cultivo de chile jalapeño se realiza en suelo y se siembra de forma directa o por trasplante. La característica de este método de cultivo es que para obtener un buen rendimiento y calidad del producto es necesaria la fertilización mineral, aunado a un control de plagas y enfermedades. La fertilización se realiza desde el trasplante hasta después del primer corte o pizca de chile por medio de fertirrigación y la dosis y fórmula va cambiando, dependiendo de la etapa fenológica del cultivo y de los resultados del análisis del suelo. Por ejemplo, el fósforo es necesario para la formación de raíces y flor, el nitrógeno para un buen desarrollo del forraje y el potasio para grosor y pared del fruto, aumentar vida en anaquel y resistencia a las heladas [23, 24].

El uso indiscriminado e ineficiente de fertilizantes y agroquímicos ha llevado a una disminución en el contenido de la materia orgánica, degradación del suelo y resistencia a plagas, por lo que hoy en día los estudios se han enfocado en buscar nuevos métodos de cultivo de chile jalapeño de una manera más amigable con el medio ambiente [25]. Estos diseños experimentales aportan información valiosa con resultados prometedores.

Chávez, et al. (2007) [26] cultivaron chile jalapeño con acolchado plástico y riego por goteo-cintilla. Este método de cultivo se realiza en suelo y consiste en colocar una membrana de plástico (blanco, azul, rojo, verde y negro) sobre el área de cultivo para formar una barrera entre el suelo y el medio ambiente con la finalidad de brindar protección a las plantas y estimular su desarrollo. El acolchado crea un microclima que permite retener la humedad y acumular el calor para liberar los nutrientes del suelo. Los resultados arrojaron que con la utilización de acolchado plástico el chile jalapeño presenta precocidad de 10 días y aumenta el rendimiento de producción, acelera el crecimiento del cultivo con una mayor

acumulación de área foliar y mayor disponibilidad de nutrientes, así como el aumento de la eficiencia del agua.

Morón y Alayón (2014) [27] cultivaron chile jalapeño con manejo orgánico o convencional. Cultivaron en suelo y utilizaron lombricomposta como fertilizante químico. Los resultados arrojaron que la lombricomposta tiene un aporte de N y P similar a los fertilizantes químicos que resulta en una nutrición eficiente para las plantas de chile jalapeño. Este aporte da la posibilidad de competir en la comercialización del producto, obtener una producción sustentable y adicionalmente incrementa la fertilidad del suelo. El uso de abonos orgánicos es más económico y aporta materia orgánica humificada y nutrientes al suelo, puede prevenir, controlar e influir en la severidad del ataque de patógenos del suelo.

Thomas et al. (2019) [28] cultivaron chile jalapeño en un sistema acuapónico híbrido. En este sistema el suelo no se elimina por completo y los sistemas acuapónicos no se cierran. El chile jalapeño se cultivó en maceta con tierra sin fertilizar, se agregó estiércol de codorniz como fertilizante y se regó por el método de aspersión con agua subterránea. Este estudio demostró que el uso de estiércol de codorniz tiene un aporte eficiente de nutrientes y concentración de micro y macroelementos. El estiércol de codorniz ralentiza significativamente el proceso de lixiviación con la obtención de plantas de chile jalapeño con más follajes y rendimientos más grandes y eficientes.

Martínez et al. (2020) [29] cultivaron chile jalapeño y tilapia nilótica en un sistema acuapónico integrado con efluentes y bioflocs. Los bioflocs estaban compuestos de agua dulce, inóculo de microalgas *Scenedesmus* sp., fertilizante triple 17 (17% N, 17% P, 17% K) Trigo (100 g) y semillas de amaranto que se almacenaron en un biorreactor. Las plantas de chile jalapeño recibieron nutrientes de los efluentes de peces y otros nutrientes de bioflocs. Los resultados arrojaron que no hubo diferencias significativas con el uso de efluentes y el uso de bioflocs en la producción del chile jalapeño, sin embargo, en comparación con otros estudios el chile jalapeño no tuvo un buen desempeño en los sistemas hidropónicos.

Muchos informes en todo el mundo han documentado el éxito de la acuaponía utilizando diversas especies de peces, crustáceos y plantas y más de 30 vegetales han sido cultivados en sistemas integrados con bases experimentales [30]. Por lo tanto, sería conveniente orientar los esfuerzos al estudio de cultivo de diferentes especies de plantas que tienen una alta demanda y relevancia económica [31]. Actualmente se tienen pocos estudios sobre el cultivo de chile jalapeño en sistemas acuapónicos, por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue comparar la floración y el número de frutos obtenidos del Chile Jalapeño (*Capsicum annum* L.) en tres sustratos: tubos acuapónicos, composta aeróbica y tierra sin fertilizar.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Localización.

El estudio se realizó durante diez semanas en las instalaciones del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No.62 (CBTA 62) del municipio de Escárcega Campeche. El lugar se encuentra situado en las coordenadas 18°37'9"N 90°44' 39" W, posee una temperatura media de 26°C y cuenta con un clima cálido subhúmedo.

B. Unidades Experimentales.

El experimento consistió en tres tratamientos, cada uno con dos réplicas (una parcela por cada tratamiento). En el tratamiento 1 las plantas fueron trasplantadas a tres canales acuapónicos (tubos de PVC) de 6 m de longitud, a cada tubo se le hicieron 20 orificios en los que se colocaron canastas plásticas que sirven como sostén para fijar la planta; en el tratamiento 2 se trasplantaron a tres surcos con un sustrato de composta aeróbica, hecha de materia orgánica de origen doméstico; en el tratamiento 3 se trasplantaron a tres surcos de tierra sin fertilizar.

El sistema acuapónico se construyó de acuerdo con Nelson [33]. y se integró de la siguiente manera:

- Subsistema de producción de organismos acuáticos. Tanques cilíndricos de plástico de 1100 L. de capacidad
- Subsistema de filtrado, con grava para la retención mecánica de sólidos, biofiltro, con 120 biobolas de 144 biopines cada una y un desgasificador
- Subsistema de hidroponía (canales de crecimiento para plantas integrado por una espiral de tubos de PVC de 6 pulgadas de diámetro con una bomba de 14W de potencia para el retorno del agua)
- Aireador genérico de 1/8 de Hp con líneas de conducción (2).

C. Organismos Cultivados.

De un lote de aproximadamente 300 crías de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) provenientes de una misma cohorte se eligieron 42 individuos con un peso promedio de 2.9 gr pesados con una báscula electrónica (marca Velaquim 0.1gr de exactitud) y una longitud total de 5.61 cm medidos con un Ictiómetro graduado. El material vegetativo que se cultivó fue chile jalapeño (*Capsicum annuum*) a una proporción de 1.9 Plantas/pez. Las plantas se obtuvieron por donación y tenían una edad de 4 semanas aproximadamente y una altura de 15 cm. Las plantas fueron fijadas al sistema acuapónico y trasplantadas a los surcos al mismo tiempo en que fueron sembradas las tilapias. El chile jalapeño fue monitoreado cada semana para detectar el tiempo de la floración, número de flores por racimo, así como el tiempo de la aparición de frutos y su cantidad.

Las variables analizadas en este experimento fueron: sustrato, número de flores y frutos producidos.

D. Análisis Estadísticos.

Para determinar si existen diferencias en floración y la presencia de frutos en los tratamientos se utilizó un análisis de varianza de una vía (ANDEVA de Kruskal Wallis) debido a que no se cumplió con los supuestos de normalidad que se verificaron mediante la prueba de Kolmogorov y Smirnov. Prueba post hoc (Tukey). La estadística descriptiva y los análisis correlacionales fueron ejecutados mediante el programa STATISTICA.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la semana uno después del trasplante, se observó presencia de flores (Figura 1) y de acuerdo con los resultados estadísticos no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) (Tabla 1) por lo que se asume que los tratamientos acuaponía, composta aeróbica y tierra sin fertilizar fueron iguales con respecto a la floración.

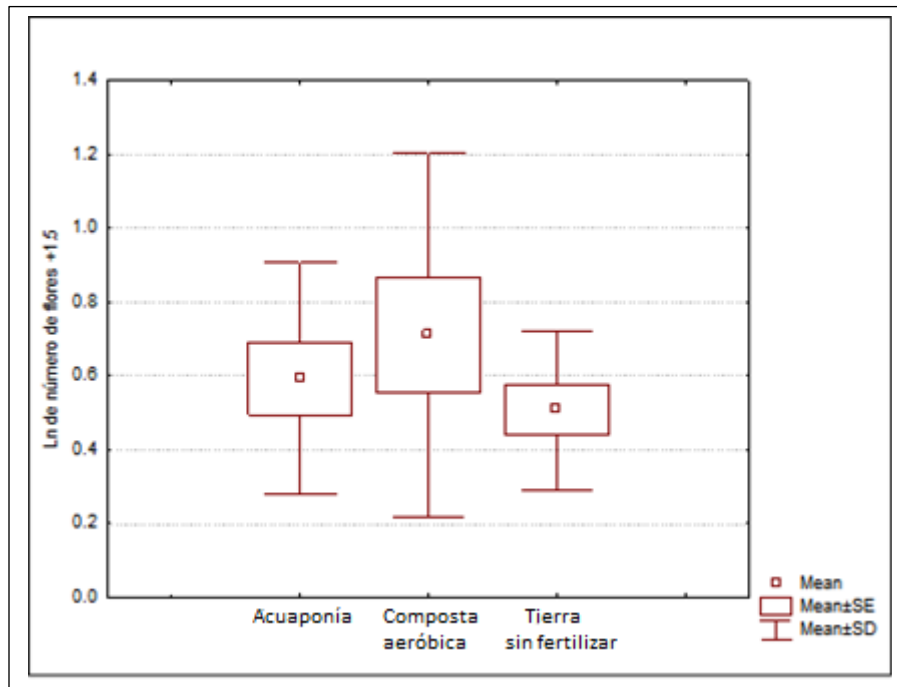


Fig. 1. Medias y sus desviaciones estándar para la floración de *Capsicum annuum* L. en la semana uno

Tabla 1. Comparación de medias de la floración de *Capsicum annuum* L. sembradas en acuaponía, composta y tierra sin fertilizar durante la semana uno.

Variable independiente: Sustrato			
Prueba de Kruskal-Wallis: H (2, N= 30) = 0.7356932 p = 0.6922			
	Tratamiento	N	Suma de Rangos
Acuaponía	101	10	157.0000
Composta aeróbica	102	10	167.0000
Tierra sin fertilizar	103	10	141.0000

Durante la semana dos y tres las observaciones fueron iguales con una $p > 0.05$ por lo que no se presentaron diferencias significativas. En la semana cuatro la floración previa a la aparición de frutos presentó una serie de cambios significativos ($p < 0.05$) (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de medias de la floración de *Capsicum annuum* L. sembradas en acuaponía, composta aeróbica y tierra sin fertilizar durante la semana cuatro

Variable independiente: Sustrato			
Prueba de Kruskal-Wallis: H (2, N= 30) =14.7608 p =0.0006			
	Tratamiento	N	Suma de Rangos
Acuaponía	101	10	168.5000
Composta aeróbica	102	10	221.5000
Tierra sin fertilizar	103	10	75.0000

Se corrió una prueba post hoc y de acuerdo con la comparación múltiple de suma de rangos, se encontraron diferencias significativas entre los valores de los tratamientos. De acuerdo con los datos estadísticos, el sustrato tierra sin fertilizar es diferente a los sustratos acuaponía y tierra aeróbica, pero acuaponía y composta aeróbica no mostraron diferencias (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación de medias de la floración de *Capsicum annuum* L. sembradas en acuaponía, composta aeróbica y tierra sin fertilizar durante la semana cuatro.

Prueba de Kruskal-Wallis: H (2, N= 30) =11.86181 p =.0027			
	Acuaponía R:15.200	Composta aeróbica R:21.950	Tierra sin fertilizar R:9.3500
Acuaponía		0.259310	0.411916
Composta aeróbica	0.259310		0.004117
Tierra sin fertilizar	0.411916	0.004117	

Se observó un cambio significativo en el que el sustrato tierra sin fertilizar es diferente con respecto a la floración al sustrato acuaponía y composta aeróbica.

A partir de la quinta semana se observó la aparición de frutos en los tres tratamientos, pero fue hasta la séptima semana que se observó un número importante en cada uno de los sustratos (Figura 2).

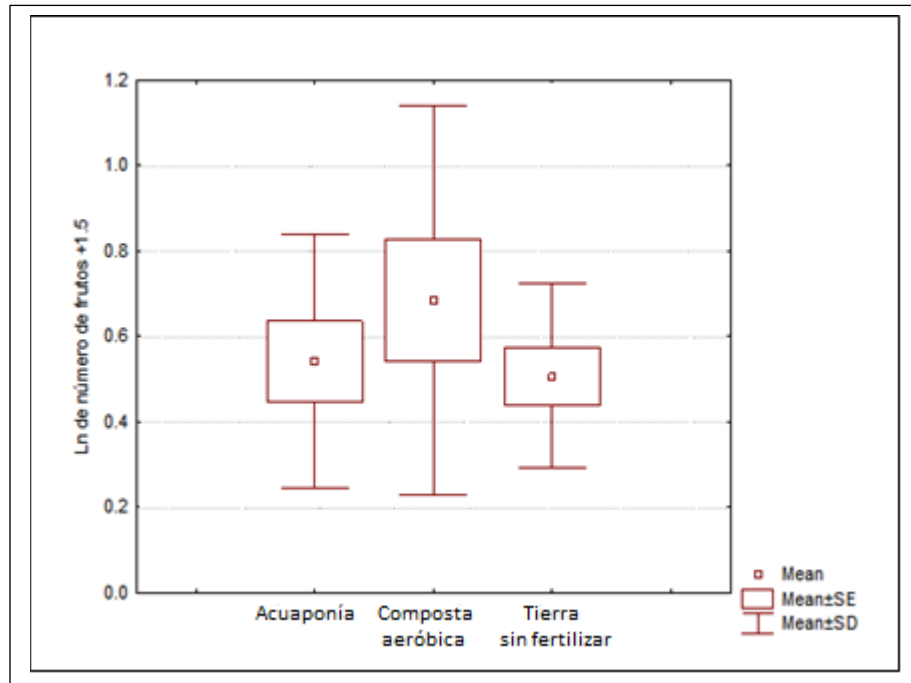


Figura 2. Medias y sus desviaciones estándar para la cantidad de frutos *Capsicum annuum* L. en la semana siete

Durante la semana siete no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con respecto al número de frutos en los tratamientos (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de medianas de la floración de *Capsicum annuum* L. sembradas en acuaponía, composta aeróbica y tierra sin fertilizar durante la semana siete.

Variable independiente: Sustrato			
Prueba de Kruskal-Wallis: $H(2, N=30) = 0.8053593$ $p = 0.6685$			
	Tratamiento	N	Suma de Rangos
Acuaponía	101	10	149.0000
Composta aeróbica	102	10	170.0000
Tierra sin fertilizar	103	10	146.0000

Para la octava semana de experimentación, hubo incremento en el número de frutos (Figura 3). De acuerdo con los datos estadísticos, se observó que con un valor de $p < 0.005$ había una diferencia significativa con respecto a frutos a favor del sustrato composta aeróbica comparada con la acuaponía y tierra sin fertilizar (Tabla 5).

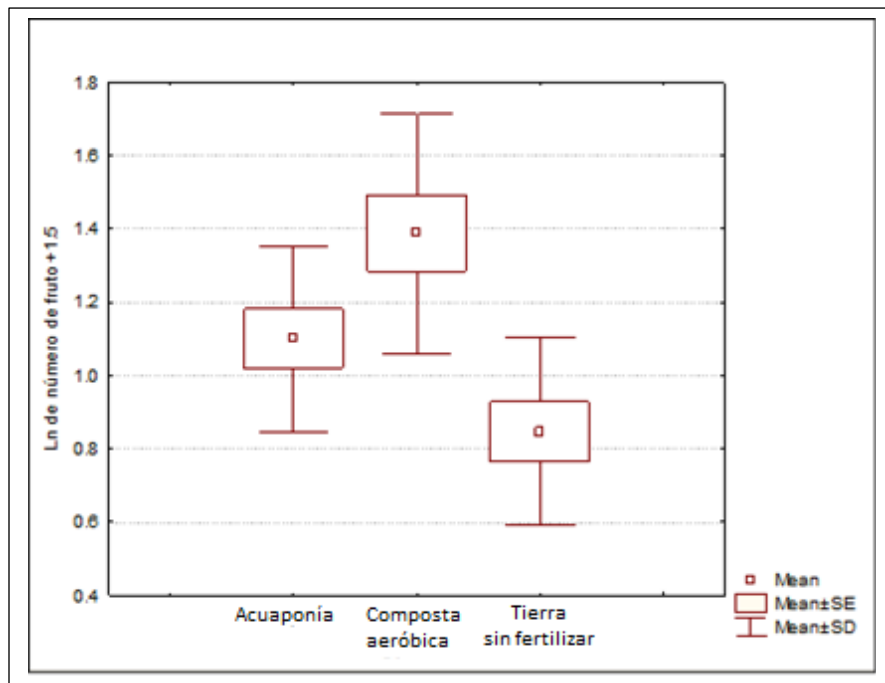


Fig. 3. Medias y sus desviaciones estándar para la floración de *Capsicum annuum* L.. en la semana ocho

Tabla 5. Comparación de medias de la floración de *Capsicum annuum* L. sembradas en acuaponía, composta aeróbica y tierra sin fertilizar durante la semana ocho.

Variable Independiente: Sustrato			
Prueba de Kruskal-Wallis: H (2, N= 30) =11.86181 p =.0027			
	Tratamiento	N	Suma de Rangos
Acuaponía	101	10	152.0000
Composta aeróbica	102	10	219.5000
Tierra sin fertilizar	103	10	93.5000

De acuerdo con la comparación múltiple de los valores de p de la ANOVA de Kruskal-Wallis (Tabla 6) se determinó que con respecto a frutos no hay diferencias significativas entre el sustrato acuaponía y composta aeróbica, pero acuaponía si es diferente a composta aeróbica y tierra sin fertilizar.

Tabla 6. Comparación de medias de la floración de *Capsicum annuum* L. sembradas en acuaponía, composta aeróbica y tierra sin fertilizar durante la semana ocho.

Variable independiente: Sustrato			
Prueba de Kruskal-Wallis: H (2, N= 30) =11.86181 p =.0027			
	Acuaponía R:15.200	Composta aeróbica R:21.950	Tierra sin fertilizar R:9.3500
Acuaponía		0.259310	0.411916
Composta aeróbica	0.259310		0.004117
Tierra sin fertilizar	0.411916	0.004117	

Las plantas de chile jalapeño que fueron cultivadas con el sustrato composta aeróbica mostraron los mejores resultados con respecto a la floración y frutos, sin embargo, no fueron estadísticamente diferentes al sustrato acuaponía. Otros estudios han documentado el uso de abonos orgánicos en el cultivo de chile jalapeño con éxito. Morón y Alayón (2014) cultivaron chile jalapeño en suelo con manejo orgánico (lombricomposta) la cual tuvo aportes de N y P similares a los fertilizantes químicos que resultaron en una nutrición y producción eficiente y sustentable. Este aporte da la posibilidad de competir en la comercialización del producto, obtener una producción sustentable y adicionalmente incrementa la fertilidad del suelo.

Thomas et al. (2019) [28] por su parte cultivaron chile jalapeño en un sistema acuapónico híbrido. En este sistema el suelo no se elimina por completo y los sistemas acuapónicos no se cierran. El chile jalapeño se cultivó en maceta con tierra sin fertilizar, se agregó estiércol de codorniz como fertilizante y se regó por el método de aspersión con agua subterránea. Este estudio demostró que el uso de estiércol de codorniz tiene un aporte eficiente de nutrientes y concentración de micro y macroelementos. El estiércol de codorniz ralentiza significativamente el proceso de lixiviación con la obtención de plantas de chile jalapeño con más follajes y rendimientos más grandes y eficientes.

Las plantas de chile jalapeño que fueron cultivadas con el sustrato acuaponía no mostraron diferencias significativas con respecto a la floración y frutos con el sustrato composta aeróbica, por lo que la acuaponía resulta ser una alternativa viable para cultivar chile jalapeño con una producción óptima. La adaptabilidad del chile jalapeño fue favorecedora a diferencias de Martínez et al. (2020) que cultivaron chile jalapeño en un sistema acuapónico integrado con efluentes de tilapia nilótica y bioflocs en el que el chile jalapeño no tuvo un buen desempeño en los sistemas hidropónicos.

La acuaponía es una alternativa viable para producir chile jalapeño de manera sustentable y amigable con el medio ambiente. A diferencia del cultivo tradicional en el que se requiere el uso de fertilizantes químicos para obtener un buen rendimiento y calidad del producto, así como para el control de plagas y enfermedades [23], la acuaponía no utiliza fertilizantes, hay una reutilización de agua, los efluentes no son liberados al medio ambiente y se obtienen dos productos de valor, además de que los alimentos son más inocuos.

IV. CONCLUSIÓN

Con base a los resultados obtenidos en este estudio experimental se concluyó que el uso de sustrato composta aeróbica en el cultivo de chile jalapeño permite un rendimiento floral y productivo sin diferencias significativas al cultivo acuapónico, por lo cual es una alternativa sustentable para su producción.

REFERENCIAS

- [1] FAO. 2021. *Acuicultura*. Organización de las Naciones Unidas.
- [2] FAO. 2020. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- [3] Dediu L., Cristea V., Xiaoshuan Z. (2011). Evaluation of condition and technological performance of hybrid bester reared in standard and aquaponic systems. *Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation Bioflux*, 4(4): 490-498.
- [4] Jiménez Sáenz, A.J. (2012). Sistemas de recirculación en acuicultura: una visión y retos diversos para Latinoamérica. *Industria Acuícola*, 8(2).
- [5] Yagua T, R. A. (2021). El cultivo de tilapia: su efecto en la calidad del agua. *Industria Acuícola*, 17(5), 20-22.

- [6] Saavedra Martínez, M.A. (2006). Manejo del cultivo de tilapia. Centro de Investigaciones de Ecosistemas Acuáticos (CIDEA-UCA), Managua.
- [7] Teodósio R., Engrola S., et al. (2019). Optimizing diets to decrease environmental impact of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production. *Aquaculture Nutrition*. 2019.
- [8] Castro Fuentes, L.A., Cano Rufino L., Chavacán Ávila, de la Luz M. y García Hernández, A. (2016). Sistemas de recirculación. *Divulgación Acuícola*, (32), 10-18.
- [9] Campos-Pulido, R., Alonso-López, A., Asiain-Hoyos, A., Reta-Mendiola, J.L. y Avalos-De la Cruz, D.A. (2015). La acuaponía, diversificación productiva sustentable. *Agro Productividad*,8(3), 66-70.
- [10] Componentes de un sistema acuapónico (2020). *Revista Página Agrícola 2020*, 2-5.
- [11] Rakocy, J.E., Losordo, T.M., Masser, M.P. (1992). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics integrating fish and plant culture. *SRAC* (454), 1-16.
- [12] Componentes de un sistema acuapónico (2020). *Revista Página Agrícola 2020*, 2-5.
- [13] Caló, P. (2011). Introducción a la acuaponía. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola CENADAC.
- [14] Coss León y, W. (2019). Acuaponía, sus ventajas y desventajas contra la hidroponía. *2000 Agro Revista Industrial del Campo*, (19), 16-18.
- [15] Hager, J., Bright, L.A., Dusci, J. y Tidwell J. (2021). *Aquaponics Production Manual A Practical Handbook for Growers*. [Kentucky State University]
- [16] Muñoz-Gutiérrez, M.E. (2012). Sistemas de recirculación acuapónicos. *Informador Técnico*, 76(0),123-129. <https://doi.org/10.23850/22565035.36>
- [17] FAO STAT. (2020). *Cultivos*. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura.
- [18] INTAGRI. (2020). *Cultivo de chile en México*. Serie hortalizas. Artículos Técnicos de INTAGRI.
- [19] Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (20 de julio de 2020). *Reconoce gobierno de México la importancia del chile en identidad cultural y gastronómica del país*.
- [20] Aguirre Hernández, E y Muñoz Ocotero V. (2015). El chile como alimento. *Revista Ciencia*, 66(3), 16-23.
- [21] Vázquez Sierra, M. (2021). Desarrollo de semillas estériles, una tecnología de lo que podemos prescindir. Especial semillas de hortalizas. *Revista De Riego*, (104), 32-34.
- [22] INTAGRI. (2020). *Cultivo de chile en México*. Serie hortalizas. Artículos Técnicos de INTAGRI.
- [23] Aguirre-Mancilla, CL., Iturriaga de la Fuente, G., Ramírez-Pimentel, J.G., Covarrubias-Prieto, J., Chablé-Moreno, F. y Raya-Pérez, J.C. (2017). El chile (*C. annuum* L.) cultivo y producción de semilla. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria de México*, 5(1), 19-25.
- [24] INIFAP. (2014). Guía para la asistencia técnica agrícola. Chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). Biblioteca INIFAP.
- [25] Castellanos, J.Z. y Pratt, P.F. (1981). Mineralization of manure nitrogen correlation with laboratory indexes. *Soil Sci Am. J.* (45), 354-357.
- [26] Chávez Solís, A.L., Inzunza Ibarra, M.A., Mendoza Moreno, S.F., Sánchez Cohen, I. y Román López, A. (2007). Producción de chile jalapeño (*Capsicum annum*) con diferentes tipos de acolchado plástico y riego por goteo-cintilla. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 6(1), 67-75.
- [27] Morón Ríos, A. y Alayón Gamboa, J.A. (2014). Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México. *Avances en investigación agropecuaria*, 18(3), 35-40.

- [28] Mester Tamás, Csákberényi-Nagy, G., Turk, G., Lázár, I., Balog, N., Pálfi, Z. & Tóth, T. (2019). Development of a new hybrid aquaponic systems for increasing chilli production efficiency. *Journal of Applied Horticulture*, 21(12), 151-156. DOI: <https://doi.org/10.37855/jah.2019.v21i02.26>
- [29] Martínez-Córdova, L.R., López-Elías, J., Martínez-Porchas, M., Bringas Burgos, B. y Naranjo-Páramo, J. (2020). A preliminary evaluation of an integrated aquaculture-agriculture systems (tilapia and peppers) at mesocosm scale. *A journal of Aquaculture & Marine Biology*, 9(1), 19-22. DOI: 10.15406/jamb.2020.09.00272
- [30] Rakocy, J.E., Shultz, R.C., Bailey D.S., et al. (2003). Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. *In South Pacific Soilless Culture Conference-SPSCC*, 648: 63-69.
- [31] Valdez-Sandoval, C., Centeno-Guerra, D., Díaz, M. y Ríos, L. (2017). Adaptación, crecimiento y rendimiento de variedades de chile nativas de Guatemala en un sistema acuapónico con tilapia nilótica. *Revista Electrónica Veterinaria*, 18(5), 1-11.