Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

BIOENSAYO DE PRODUCCIÓN DE LA COLIFLOR (*Brassica oleracea* var. botrytis) EN UN SISTEMA SABI

Keyla Alejandra Piñones Ramirez[1], Kevin Azpiri Solis[1], Betsabe Remedios Ruiz Ramirez[1], Mabiel Reyes Fuentes[2], Jesús David Joaquín Cuarenta[2], Berenice Rivera Cortez[3].

[1]Estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable e Ingeniería en Agronomía, Tecnológico Nacional de México, Roque, Celaya, Guanajuato, C.P 38110, México. [2] Maestría en Ciencias, Tecnológico Nacional de México, Roque, Celaya, Guanajuato, C.P 38110, México, [2] Ingeniería en Hidrológica, Tecnológico Nacional de México, Roque, Celaya, Guanajuato, C.P 38110, México, [3]Maestría en Tecnología Informática Educativa, Universidad Autónoma de Zacatecas, CP. 98000, México, Autor de correspondencia: mabiel.rf@roque.tecnm.mx

RESUMEN

La coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) es una hortaliza de importancia económica y nutricional, originaria del Mediterráneo oriental y ampliamente cultivada en México, destacando el estado de Guanajuato por su alta producción y vocación exportadora. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el crecimiento y la adaptación del cultivo de coliflor en un sistema acuapónico tipo SABI, utilizando agua proveniente de tilapia, con la finalidad de analizar el desarrollo sin el uso de fertilizantes químicos y promover un sistema sustentable. La investigación se realizó en el Tecnológico Nacional de México, campus Roque, mediante un bioensayo en etapa vegetativa. Se evaluaron variables como altura de planta, ancho de planta y número de hojas verdaderas. El diseño incluyó análisis de varianza y comparación de medias por planta. Los resultados mostraron que las variables altura de planta y el ancho de planta no tuvieron diferencias significativas en las plantas evaluadas, mientras que la variable número de hojas verdaderas si presentó diferencias estadísticas. Aunque el cultivo mostró capacidad de adaptación al sistema acuapónico. Se concluye que la coliflor puede desarrollarse en sistemas SABI, aunque se requieren ajustes para mejorar la estabilidad y reducir la variabilidad productiva.

Palabras clave: *Coliflor, (Brassica oleracea var. botrytis), acuaponía, bioensayo, sustentabilidad*

ABSTRACT

Cauliflower *(Brassica oleracea var. botrytis)* is a vegetable of economic and nutritional importance, native to the eastern Mediterranean and widely cultivated in Mexico, with the state of Guanajuato standing out for its high production and export focus. This study aimed to evaluate the growth and adaptation of cauliflower cultivation in a SABI-type aquaponic system, using water from tilapia, in order to analyze its development without the use of chemical fertilizers and promote a sustainable system. The research was conducted at the National Technological Institute of Mexico, Roque campus, using a bioassay during the vegetative stage. Variables such as plant height, plant width, and number of true leaves were evaluated. The design included analysis of variance

and comparison of means per plant. The results showed that plant height and plant width did not differ significantly among the plants evaluated, while the number of true leaves did show statistically significant differences. However, the crop demonstrated a capacity to adapt to the aquaponic system. It is concluded that cauliflower can be grown in SABI systems, although adjustments are needed to improve stability and reduce yield variability.

Keywords: *Cauliflower, (Brassica oleracea var. botrytis), Aquaponics, Bioassay, Sustainability*

INTRODUCCIÓN

La coliflor es una planta, perteneciente a la familia *Cruciferae* y cuyo nombre botánico es *Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*. En estas plantas la inflorescencia se encuentra hipertrofiada, formando una masa de pecíolos y botones foliares apelmazados (Infoagro. S.f.). Se tiene registro en la región desde el siglo dieciséis Históricamente, se sembraba de manera intercalada con el maíz en la zona chinampera, cultivándose una hilera de coliflor entre dos surcos de maíz. Además, el origen Procede del Mediterráneo oriental (Asia Menor, Líbano y Siria), siendo cultivada por romanos y extendida a Europa en el siglo dieciséis. Su producción actual en Guanajuato es indiscutible, aportando aproximadamente el 30% del volumen nacional con más de 30,000 toneladas anuales. El estado destaca por su alta productividad, enfocando su cosecha principalmente a mercados de exportación (Estados Unidos, Canadá y Japón). El cultivo se concentra en regiones tropicales y subtropicales, destacando Guanajuato (30%), Puebla (19%) e Hidalgo (17%). La mayor producción se registra en abril y se exporta principalmente a Estados Unidos. La Cosecha es generalmente en abril para cosecharse entre agosto y septiembre, aunque su mayor producción es en invierno, su nutrición es rica en vitamina C, vitamina B6, calcio, fósforo y potasio, valorado en la dieta mexicana, adaptándose bien a climas templados (Buyay, 2011).

La acuaponía consiste en la integración de dos métodos de cultivo: la acuacultura, que implica la cría de animales acuáticos, y la hidroponía, para la producción de cultivos vegetales a partir de soluciones nutritivas. En este sistema, ambos productos se benefician de los principios de reciclaje y uso de nutrientes, ya que estos últimos son excretados por animales acuáticos y aprovechados por las plantas cultivadas en los sistemas hidropónicos. El uso adicional que las plantas hacen de los residuos acuáticos constituye una ventaja destacada de la acuaponía, ya que este proceso reduce la contaminación y aumenta la eficiencia hídrica, además de disminuir el impacto ambiental. La acuaponía permite reducir los costos de producción mediante un uso más eficiente de los recursos; puede establecerse en diferentes escalas de producción, aumenta la rentabilidad económica y diversifica el origen de los ingresos financieros.

Las etapas fenológicas de la coliflor comprenden seis fases principales: germinación, emergencia, desarrollo vegetativo (formación de hojas), inducción floral, formación de la pella (cabeza) y floración/maduración de semilla. El ciclo, que suele durar de 90 a 180 días, destaca por la transición de la fase vegetativa a la inducción floral inducida por bajas temperaturas y la formación de la pella (Arauz, 2026).

Germinación y Emergencia es el Inicio del ciclo, a menudo en semillero, con una duración de 4 a 8 semanas hasta la aparición de las primeras hojas el desarrollo vegetativo forma su estructura de hojas (de 5 a 30 hojas, dependiendo de la variedad). El trasplante ocurre al tener de 3 a 4 hojas verdaderas. La Inducción Floral: es una fase crítica influenciada por temperaturas frescas (cercanas a 15 ºC). La planta detiene el crecimiento vegetativo intenso para iniciar la formación de la inflorescencia. Que significa el desarrollo de la "cabeza" blanca y compacta, que es la inflorescencia inmadura. Esta etapa requiere un control. Después ocurre la etapa de la cosecha cuando la pella ha alcanzado su tamaño máximo y es firme, generalmente antes de que las florecillas comiencen a separarse. Si no se cosecha, la pella se abre y desarrolla tallos florales amarillos para la producción de. Cabe mencionar que el objetivo de esta investigación es evaluar el crecimiento y adaptación de un cultivo de coliflor a un sistema SABI que se basa en agua de tilapia como antes lo mencionaba así mismo se conoce la morfología y etapas fenológicas del cultivo sin necesidad de integrar fertilizantes y químicos. Además, cabe mencionar que buscamos la sustentabilidad del sistema que tiene la capacidad de producir alimentos y hortalizas, buscaba observar el desarrollo y las deficiencias de un cultivo en un sistema SABI.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Tecnológico Nacional de Mexico campus Roque, en la unidad de Acuacultura en el sistema SABI. La planta de coliflor estaba en la etapa fenológica de hojas verdaderas y el método a desarrollar fue un bioensayo para observar la adaptación y las etapas fenológicas del cultivo. El trasplante se realizó al sistema en unos vasos convencionales de 8 onzas con orificios en la parte de abajo, posteriormente se colocaron 3 capas de sustrato, la primera capa fue de tezontle, la segunda fue perlita y la tercera de fibra de coco. Posteriormente se les otorgó un número por unidad. Así mismo se realizaron conteos los días 20 de cada mes, en esa toma de datos se consideraron las siguientes variables: Altura de la planta, Ancho del tallo, y número de hojas. Se utilizo un diseño completamente al azar, con ocho plantas y cinco repeticiones, y los datos obtenidos se analizaron en el programa estadístico SAS 9.4 para obtener los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 muestra el análisis de varianza donde podemos observar los cuadrados medios de las variables Altura de planta que no hubo diferencias entre plantas, para la variable Ancho de planta no hubo diferencia

entre plantas, y en la variable número de hojas si se observaron diferencias altamente significativas, lo que nos dice que al menos una de las plantas se comportó de manera diferente.

Cuadro 1. Análisis de varianza de las variables Altura de planta, ancho de planta y hojas verdaderas

FV	GL	AP	ANP	H
Planta	7	177.667 ns	0.9187 ns	2.100 **
Repetición	4	93.4002 ns	3.258 *	8.43 **
Error	28	90.809964	0.805	0.3946
C.V.		7.642801	22.5	10.9

FV = Fuente de variación; GL = Grados libertad; C.V.= Coeficiente de variación; AP= Altura de planta; ANP= Ancho de planta; H= Hojas; * = Diferencias estadísticas significativas (P ≤ 0.05): ** = Diferencias altamente significativas (P ≤ 0.01); ns = No significativo (P≥ 0.05)

En la comparación de medias de las variables Altura de planta y ancho de planta todas las plantas se comportaron de la misma manera por lo que todas están agrupadas dentro de la misma categoría estadística, para el caso de la variable Número de hojas verdaderas las planta C15 y C13 mostraron el valor más alto (6.4000a) y la planta B10 tuvo e valor más bajo (4.8000c), esto nos indica que la aplicación de agua de pez utilizando el sistema SABI tiene un efecto en el desarrollo vegetativo de las plantas de coliflor (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias para variables ancho de tallo y altura

Planta	AP	ANP	H
C15	131.960 a	3.640 a	6.40 a
C6	130.620 a	4.600 a	6.20 ab
B10	128.000 a	4.060 a	4.80 c
F6	127.520 a	3.740 a	6.00 abc
C7	124.940 a	4.360 a	6.00 abc
C10	120.200 a	4.280 a	5.20 abc
C5	118.980 a	3.300 a	5.00 bc
C13	115.260 a	3.820 a	6.40 a

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales; AP= Altura de planta; ANP = Ancho de planta, H= Hojas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto significativo en número de hojas sugiere que las condiciones asociadas al momento de medición como la etapa fenológica del cultivo, la disponibilidad de nutrientes en el sistema, la dinámica microbiológica del agua, o variaciones ambientales (temperatura, luminosidad) pudieron incidir directamente en el desarrollo vegetativo. En sistemas acuapónicos, la estabilidad de nutrientes depende de la interacción entre peces, microorganismos y plantas, por lo que cambios en la madurez del sistema pueden reflejarse en la respuesta del cultivo.

Los hallazgos de este estudio evidencian que el cultivo mostro capacidad de adaptación al sistema acuapónico, evidenciada por su crecimiento y desarrollo, aunque su crecimiento está fuertemente condicionado por factores temporales. Nicholes *et al*. (2025), evaluaron el crecimiento encontrando que el brócoli incremento su biomasa en un 185% en acuaponía respecto al cultivo en suelo evidenciando la capacidad de brasicáceas para

aclimatarse rápidamente en estos sistemas, esto significa mayor producción menos pérdida. Estos benefician a la alta producción y cubrir la alta demanda del cultivo.

La coliflor *(Brassica oleracea var. Botrytis)* puede adaptarse al sistema acuapónico, aunque presentó diferencias de crecimiento a lo largo de las mediciones en el número de hojas, requiere posiblemente ajustes en manejo nutricional para mejorar las demás características en el desarrollo y crecimiento de las plantas; lo anterior indicó que el crecimiento de la coliflor en el sistema acuapónico estuvo condicionado principalmente por el factor temporal. El número de hojas presentó diferencias significativas entre plantas, evidenciando que el desarrollo foliar fue afectado por el tiempo de crecimiento.

CONCLUSIONES

La coliflor puede desarrollarse en sistemas SABI (bajo un un sistema de reuso de agua de acuaponía).

El número de hojas en este sistema de cultivo se mejora en el cultivo de brócoli.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed, S., Rahman, M., & Islam, M. (2021). *Effects of temperature on growth and curd formation of cauliflower*. Agricultural Sciences, 12(4), 455–463.

Cifuentes-Torres, L. C., Correa-Reyes, G. C., & Sánchez, J. E. (2021). *Can reclaimed water be used for sustainable food production in aquaponics?* Frontiers in Plant Science, 12, 669984. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.669984

InfoAgro. (s.f.). *El cultivo de la coliflor*. Recuperado el 15 de mayo de 2026.

López-Vargas, J. H., & García-Hernández, J. L. (2020). *Importancia nutricional y funcional de las crucíferas en la alimentación humana*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11(5), 1157–1166.

Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B., & Burnell, G. M. (2019). *Aquaponics food production systems: Combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6

Maynard, D. N., & Hochmuth, G. J. (2019). *Knott's handbook for vegetable growers* (6th ed.). Wiley.

Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (2018). *Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics integrating fish and plant culture*. Southern Regional Aquaculture Center.

SADER. (2024). *Panorama agroalimentario de coliflor y brócoli en México*.