



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y

VETERINARIA

CARRERA DE AGRONOMIA

TRABAJO DE TITULACION

Componente practico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGRONOMA

TEMA:

Diferentes métodos de siembra hidropónica y sus beneficios

AUTORA:

Denisse Michelle Demera Martínez

TUTOR:

Ing. Agr. Darío Javier Dueñas Alvarado MSc

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

RESUMEN

El método de la Agricultura hidropónica mejora el uso del agua, reduce el riesgo de enfermedades y plagas y se adapta muy bien a pueblos y ciudades secas; además, permite un mejor y más rápido crecimiento vegetativo, proporcionando un control total de los nutrientes asimilables. Al cultivar frutas y verduras sin sustancias nocivas, la hidroponía promueve un estilo de vida saludable y diversifica la economía agrícola del país, brindando una valiosa oportunidad para los agricultores. Esta tecnología diversifica la economía agrícola del país y brindan importantes oportunidades para que los agricultores aumenten su productividad y prosperidad. Además, con su potencial para transformar el paisaje agrícola, la hidroponía es una solución importante para el futuro de Ecuador. Este trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar el impacto socioeconómico y sostenibilidad de la agricultura hidropónica en el Ecuador. La metodología se basó en investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados. Se tuvo como resultado que, en Ecuador los sistemas hidropónicos como NFT es popular en zonas urbanas, optimizando el uso del agua y maximizando la producción de alimentos frescos en espacios reducidos. Este método permite cultivar durante todo el año, mejorando la seguridad alimentaria y creando oportunidades económicas, mientras fomenta la educación ambiental y un estilo de vida más sostenible; concluyendo que los sistemas hidropónicos optimizan la producción agrícola en entornos urbanos, mejorando la seguridad alimentaria y el desarrollo económico.

Palabras clave: Agricultura hidropónica, Seguridad alimentaria, Sostenibilidad, Urbanismo.

SUMMARY

The hydroponic agriculture method improves water use, reduces the risk of diseases and pests, and is well suited to dry towns and cities; in addition, it allows for better and faster vegetative growth, providing full control of assimilable nutrients. By growing fruits and vegetables without harmful substances, hydroponics promotes a healthy lifestyle and diversifies the country's agricultural economy, providing a valuable opportunity for farmers. This technology diversifies the country's agricultural economy and provides significant opportunities for farmers to increase their productivity and prosperity. Furthermore, with its potential to transform the agricultural landscape, hydroponics is an important solution for the future of Ecuador. This research work aimed to analyze the socioeconomic impact and sustainability of hydroponic agriculture in Ecuador. The methodology was based on non-experimental bibliographic research using the analysis technique, journals, current texts, articles, synthesis and summary of the data collected. It was found that in Ecuador, hydroponic systems such as NFT are popular in urban areas, optimizing water use and maximizing fresh food production in small spaces. This method allows for year-round cultivation, improving food security and creating economic opportunities, while promoting environmental education and a more sustainable lifestyle; concluding that hydroponic systems optimize agricultural production in urban environments, improving food security and economic development.

Keywords: Hydroponic agriculture, Food security, Sustainability, Urbanism.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1.CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Línea de investigación	4
2. DESARROLLO	5
2.1 Marco conceptual.....	5
2.1.1 Origen	5
2.1.1.1 Importancia de la hidroponía.....	5
2.1.1.2 El presente hidropónico en Ecuador	6
2.1.2. Generalidades	6
2.1.2.1 Principales especies cultivadas con técnicas hidropónicas en Ecuador.	6
2.1.2.1.1 La lechuga	6
2.1.2.1.2 Fresa.....	7
2.1.2.1.3 Tomate Cherry.....	8
2.1.2.1.4 Pepino.....	9
2.1.2.1.5 Perejil.....	10
2.1.2.2 Métodos para cultivos hidropónicos	11
2.1.2.2.1 Hidroponía en solución nutritiva (NFT - Nutrient Film Technique)...	11
2.1.2.2.2 Hidroponía en sustrato	12
2.1.2.2.3 Hidroponía de raíces flotante	13
2.1.2.2.4 Hidroponía en aeroponía.....	13
2.1.2.2.5 Hidroponia en sistemas modulares o recirculantes NFT	14
2.1.2.2.6 Hidroponia acuapónica.....	15
2.1.2.3 Beneficios que aporta la agricultura hidropónica	16
2.2. Marco metodológico.....	17
2.3. Resultados	17
2.4 Discusión de resultados.....	18
3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19

3.1. Conclusiones	19
3.2. Recomendaciones	19
4.REFERENCIAS Y ANEXOS	20
4.1. Referencias bibliográficas.....	20
4.2. Anexos	25

Tabla de Figuras

Figura 1. Cultivo hidropónico de lechuga... ..	7
Figura 2: Cultivo hidropónico de la fresa	8
Figura 3: Cultivo hidropónico Tomate Cherry	9
Figura 4: Cultivo hidropónico Pepino	10
Figura 5: Cultivo hidropónico Perejil	11
Figura 6: Hidroponía en solución nutritiva.....	12
Figura 7: Hidroponía en sustrato.....	12
Figura 8: Hidroponía raíces flotantes.....	13
Figura 9: Hidroponía aeroponía	14
Figura 10: Hidroponía en sistemas modulares o recirculantes.....	15
Figura 11: Diagrama interactivo de los fundamentos biológicos de un sistema acuapónico	16

1.CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción

La importancia agronómica de la hidroponía en el cultivo sin utilización de suelo radica en un rendimiento muy alto por metro cuadrado, eficiencia hídrica, diversidad de cultivos compatibles con el suelo, y posibilidad de cultivar en áreas áridas y semiáridas, constituyendo una oportunidad interesante de producción para el agricultor, en estos sistemas, el medio de crecimiento o soporte de plantas está compuesto por sustancias de origen muy diferente, orgánico e inorgánico (Birgi 2015).

La hidroponía es un método de cultivo de plantas a base de plantas sin tierra. En este método, las raíces de la planta se sumergen en una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales para el crecimiento de la planta. La hidroponía permite un control total de nutrientes, cantidad de agua y cantidad de luz disponible, permitiendo un crecimiento más rápido y eficiente, además, al plantar sin tierra, se reduce el riesgo contra enfermedades y plagas y requiere menos agua y espacio para crecer en comparación con la agricultura tradicional (Huang *et al.* 2018).

Dentro de las circunstancias específicas de Ecuador, la utilización del cultivo hidropónico sostenible surge como una solución esperanzadora para abordar los obstáculos relacionados con la producción, esta técnica hidropónica ha demostrado una eficacia notable, lo que da como resultado cultivos de primer nivel que están completamente libres de sustancias nocivas. Las frutas y verduras, que se cultivan mediante este método, poseen un inmenso valor en términos de bienestar general y salud personal cuando se integran en nuestros hábitos dietéticos diarios (SIAP 2016).

Por lo tanto, los cultivos hidropónicos sostenibles en Ecuador detallados y promovidos por este trabajo radican en tres aspectos; su capacidad de abordar problemas e inseguridad alimentaria, gestión eficaz del agua, reducción de impacto ambiental y desarrollo económico. Hay muchos ejemplos basados en el hecho de que los cultivos hidropónicos son adaptables a las áreas urbanas y contribuyen a diversificar la economía agrícola del país.

1.2. Planteamiento del problema

En Ecuador existen muchas áreas de terrenos que se dedican a cultivar; también hay otras áreas que son inundables o secas y tenemos problemas de suelos inundables, en cambio los cultivos hidropónicos, se convierten en una prometedora alternativa para superar estas limitaciones y garantizar una producción continua y eficiente. A pesar del potencial de la hidroponía en el Ecuador, faltan investigaciones y análisis profundos sobre la implementación de cultivos hidropónicos en el país (Saldaña 2023).

En condiciones hidropónicas, las plantas pueden mostrar el mejor rendimiento cuando el medio de transporte de nutrientes (en relación con sus raíces) es ligeramente ácido, con un pH de 5,5 a 6,8, desde el exterior, es claro que las raíces no tienen la capacidad de absorber esta combinación, incluso si está en solución, obviamente ejerce un influencia en los organismos vegetales, si el pH de la solución cae fuera del rango recomendado, ciertos minerales de la solución permanecerán inaccesibles para las plantas (Vera 2024).

El método requiere mucha atención a los detalles y la implementación, ya que los nutrientes en un sistema de recirculación fluyen constantemente, por lo que todas las plantas necesitan obtener nutrientes a un ritmo adecuado y garantizar que fluyan de manera óptima alrededor de cada planta, lo que requiere resultados favorables, además las plantas necesitan autogeneración, iluminación para su crecimiento: cualquier pérdida de luz retrasará su crecimiento con implicaciones en el sistema; hay que tener en cuenta que instalar este tipo de instalaciones es costoso pero al final produce resultados favorables.

1.3. Justificación

La investigación se basa en la necesidad de abordar los desafíos de la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola en el país, a través de la exploración de cultivos hidropónicos como una alternativa para la producción de alimentos frescos y saludables. Esta técnica ofrece una solución sostenible para incrementar eficazmente la producción agrícola, permitiendo una producción continua durante todo el año y minimizando la dependencia de factores climáticos y disponibilidad de tierra cultivable.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar el Impacto socioeconómico y sostenibilidad de la Agricultura hidropónica en el Ecuador.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir los diferentes sistemas hidropónicos utilizados en el Ecuador.
- Establecer los beneficios que aporta la agricultura hidropónica en contextos urbanos en el Ecuador.

1.5. Línea de investigación

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. El enfoque principal de este estudio se centra en los: “Diferentes métodos de siembra hidropónica y sus beneficios”. En este contexto, específicamente se aborda la línea en el Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la Sublíneas de Agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Origen

El cultivo de plantas sin suelo (hidroponía) hay constancias de que se practicaba desde que la humanidad abandona el paleolítico y se adentra en el neolítico formando los primeros asentamientos y las primeras civilizaciones. Concretamente, en el creciente fértil, en Babilonia, antigua Mesopotamia, todo apunta a que sus famosos Jardines Colgantes utilizaban un sistema de riego original que estaría basado en la hidroponía (Sánchez 1982).

Siglos después, en el siglo dieciocho, en Bélgica se realizan estudios de crecimiento de plantas sobre agua a cargo del científico Jan Baptist Van Helmont. No es sin embargo hasta bien entrado el siglo pasado, cuando la hidroponía se convierte en una práctica agrícola viable (Sánchez 1982).

En el primer tercio del siglo pasado, hacia 1930, en la universidad de California, se acuña por primera vez el término “hidroponía” en investigaciones realizadas por el Dr William F. Gericke, quien establece las bases de los sistemas de cultivo hidropónicos, bases que serán utilizadas para cultivar de alimentos frescos a las tropas estadounidenses implicadas en distintos frentes en la II Guerra Mundial (Origen de los cultivos hidropónicos 2020).

2.1.1.1 Importancia de la hidroponía

Este sistema de cultivo tiene mucha importancia porque sobre él se desarrollan procesos de investigación y producción hortícola con grandes cantidades de producción. Este tipo de cultivos necesitan de fuertes inversiones pues dependen de modernos sistemas tecnológicos, por lo que su uso es más frecuente en aquellos lugares donde se dispone de capital para realizar sus inversiones. (Intagri 2017).

Como ventajas, el esfuerzo inversor se traduce en ahorro a medio plazo pues se consigue un gran ahorro de agua, de maquinaria agrícola y de gastos de producción (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural 2015).

2.1.1.2 El presente hidropónico en Ecuador

A pesar de los beneficios que ofrece este tipo de cultivos, y la experiencia contrastable de su rentabilidad en algunos países, en Ecuador aún no se ha llevado a cabo un desarrollo importante de esta técnica. Tal vez la abundancia de precipitaciones, la existencia de suelo disponible y los aún poco visibles cambios climáticos han hecho que las instituciones con competencias en la materia no hayan invertido ni mostrado interés en el impulso de estos nuevos modelos (Infoagro 2017).

Su uso ha quedado restringido como medio de producción de algunos alimentos a prácticas experimentales especialmente en las provincias de Azuay, Tungurahua, Pichincha y Loja, en estas zonas se han desarrollado las técnicas necesarias para el cultivo de hortalizas tanto para uso doméstico como comercial (Sánchez 2020).

2.1.2. Generalidades

2.1.2.1 Principales especies cultivadas con técnicas hidropónicas en Ecuador.

Los cambios en las tendencias nutritivas de la población han incidido en un aumento importante de la producción y consumo de hortalizas en la dieta del país, representando el 2.97 % del PIB agropecuario y el 0,26 % del PIB nacional en 2008 (Sánchez 2020).

2.1.2.1.1 La lechuga

La lechuga hidropónica en Ecuador se está desarrollando fuertemente gracias a que reduce a la mitad la aparición de enfermedades y plagas en las plantas y por lo tanto reduce el uso de insecticidas. Estos son unos fuertes para que los agricultores empiecen a decantarse por este modelo de producción (Morán 2021).

La lechuga criolla o repollo es la que más consumida en Ecuador y acapara el 70% de las ventas, el 30 % restante quedan para las otras 7 variedades. Su ambiente predilecto son zonas altas, con unos 500mm de precipitación anual, mucha luz y temperaturas entre 12 y 18° (German et al. 2022).



Figura 1. Cultivo hidropónico de lechuga

Fuente: (German *et al.* 2022).

Precio

Se cosechan entre 1.500 y 1.800 lechugas que se venden a restaurantes y supermercados del país y del exterior.

El costo es de US\$0,80 por cabeza, incluyendo costos de empaque y comercialización de US\$0,75 por lechuga. Por ello, se considera una de las actividades más rentables por sus bajos costes de producción (FAO 2016).

2.1.2.1.2 Fresa

La fresa se cultiva en las zonas altas de Ecuador, donde el clima es más propicio para ellas, bien en suelo o bien en cultivos hidropónicos que ofrecen mayor producción (Infoagro 2018).

La fresa es una planta perenne con tallos rastreros y hojas verdes. Esta planta es fácil de reparar porque es muy duradera y no requiere mucha atención. El uso de la técnica NFT contribuye a la producción de fresas de alto rendimiento, ya que permite el control de enfermedades y plagas, especialmente su número. Los nutrientes que la planta necesita, porque el sistema es otra forma de obtener vegetales sanos y bonitos (Infoagro 2018).



Figura 2: Cultivo hidropónico de la fresa

Fuente: (Flores 2018)

Precio

El precio actual de la siembra de fresa es de 10 dólares, el cual es válido para todas las provincias que compran este producto, pero ahora el precio ha bajado, lo que preocupa a los agricultores y ganaderos. La mayoría del mercado de Ambato compra una caja del producto por un valor de 26 dólares, pero ahora las cosas han cambiado y el precio ha llegado a 16 dólares o menos como se informó anteriormente (Jhon 2024).

2.1.2.1.3 Tomate Cherry

Hoy en día el tomate Cherry es una de las hortalizas más demandadas con grandes aumentos en su consumo y producción en los últimos decenios. Su alto contenido en licopeno, sustancias antioxidantes y betacaroteno, así como sus cualidades organolépticas lo hace especialmente idóneo para la cocina gourmet (Germania 2019).



Figura 3: Cultivo hidropónico Tomate Cherry

Fuente: (Hidroponía 2015).

Precio

Los precios más altos se observan en octubre y abril, mientras que los precios más bajos generalmente se observan en junio y septiembre. La temporada 2020 para los tomates Cherry fue buena con un precio de US\$2,2/kg, pero en 2021 el valor cayó a US\$1,47 y US\$1,44/kg (Germania 2019).

2.1.2.1.4 Pepino

El pepino es una hortaliza muy consumida, con ciclo corto que oscila entre 40 o 60 días dependiendo de las condiciones climáticas y tipo de cuidados que reciba durante el desarrollo (Oyervides 2021).

Especialmente cuidado hay que tener con la humedad en los meses más propicios o en las noches en el invernadero. Hay que recurrir a técnicas de ventilación, pues el rendimiento de este producto y la humedad son variables directamente proporcionales (Infoagro 2017).



Figura 4: Cultivo hidropónico Pepino

Fuente: (InfoAgro 2021).

Precio

Este cultivo tiene un rendimiento de 32.400 kg/ha con dos cosechas al año y un precio de exportación de 0,20 dólares por kg. El precio inicial del Thunderbird Ha fue de \$4,369 (Oyervides 2021).

2.1.2.1.5 Perejil

El *Petroselinum sativum*, conocido comúnmente como perejil es una planta conocida a nivel mundial por su aroma, por sus propiedades nutritivas y medicinales. Sus características hojas triangulares pueden alcanzar hasta un metro de altura y es una planta muy apta para ser cultivada hidropónicamente. En suelos, con 20 cm de profundidad es suficiente, basta con echar las semillas de la variedad que se quiera en un buen sustrato y regarlo (Segura 2011).



Figura 5: Cultivo hidropónico Perejil

Fuente: (Hidroponía 2016).

Precio

En 2021, los precios oscilan entre \$40 y \$60, pero los precios más bajos en Veracruz están entre \$4.00 y \$6.00 (Segura 2011).

2.1.2.2 Métodos para cultivos hidropónicos

2.1.2.2.1 Hidroponía en solución nutritiva (NFT - Nutrient Film Technique)

Se trata de una técnica hidropónica en la que las plantas se colocan en agua profunda con todos los nutrientes que necesitan para crecer. Esta agua circula a través de los depósitos de crecimiento que contienen las raíces de las plantas. A pesar de que algunas plantas son responsables de proporcionar nutrientes a su sistema reproductivo, aún puede ser necesario levantarlas al aire (Castañares 2020).



Figura 6: Hidroponía en solución nutritiva

2.1.2.2.2 Hidroponía en sustrato

Esta técnica hidropónica mezcla la ausencia de suelo, con la existencia de un sustrato estéril, que sin embargo le permite encontrar agarre y estabilidad en las plantas de mayor porte. Sigue manteniendo los beneficios de cara a las plagas que se transmiten por el suelo, impidiendo que progresen. El abonado se hace con mayor precisión (Castañares 2020).



Figura 7: Hidroponía en sustrato

2.1.2.2.3 Hidroponía de raíces flotante

En este caso con la técnica DWC (Deep wáter culture) las raíces están totalmente suspendidas en agua y no parcialmente. El agua tiene todos los nutrientes que hacen falta y se oxigena continuamente. Las plantas se apoyan en una plataforma flotante, de corcho o de un material resistente al agua, que está agujereado, de manera que las raíces están sumergidas y las hojas al aire libre. (Contreras 2021).

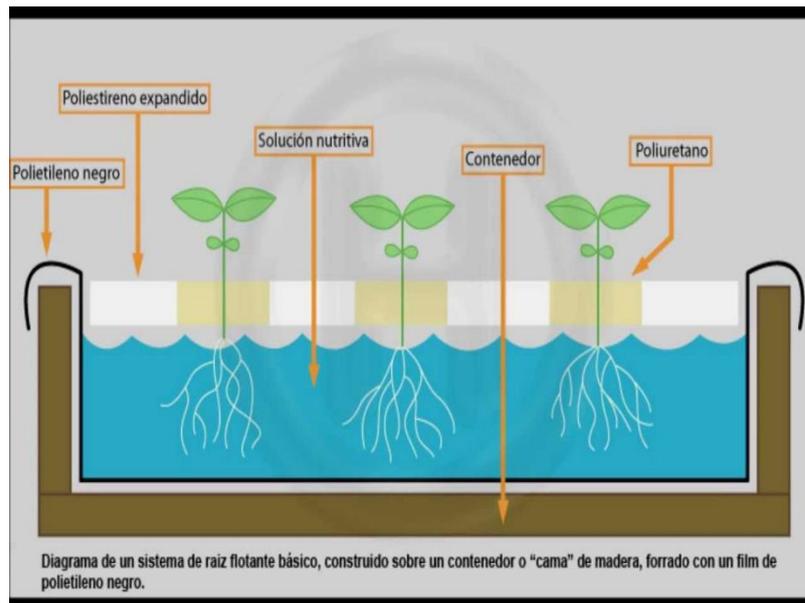


Figura 8: Hidroponía raíces flotantes

2.1.2.2.4 Hidroponía en aeroponía

La hidroponía aeroponía es una técnica avanzada utilizada en la agricultura sin suelo que se centra en alimentar a las plantas con una pulverización fina y continua. En este sistema, las raíces de la planta se suspenden en el aire y se rocían regularmente con una solución líquida rica en nutrientes. Esta metodología asegura un suministro óptimo de oxígeno y nutrientes directamente a las raíces, promoviendo un crecimiento rápido y saludable (Morales 2015).

AEROPONÍA: CULTIVO SIN TIERRA

SABRINA SOFÍA PRIETO SALAZAR
Ingeniería Biomédica 7.º semestre

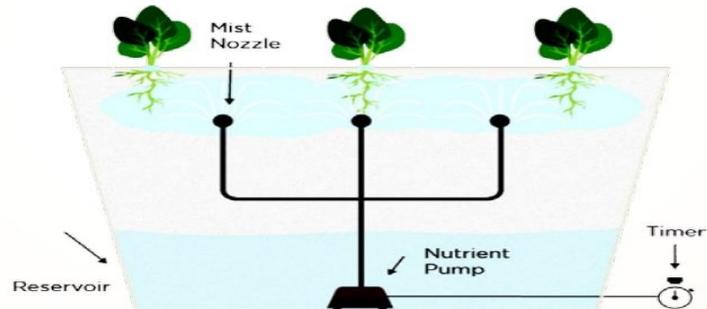


Imagen 1. Sistema Aeropónico. Recuperada de https://www.trees.com/wp-content/uploads/files/inline-images/Aeroponics_0.png

Figura 9: Hidroponía aeropónica

2.1.2.2.5 Hidroponía en sistemas modulares o recirculantes NFT

La hidroponía en sistemas modulares o recirculantes NFT (Nutrient Film Technique) es una técnica de cultivo sin suelo que utiliza una película delgada de solución nutritiva que fluye sobre las raíces de las plantas. Este método es eficiente en el uso del agua y nutrientes, lo que lo hace ideal para cultivos en espacios reducidos. Entre sus características destacan la eficiencia en el uso del agua, ya que la solución nutritiva se recircula, y permite el cultivo en áreas pequeñas, siendo ideal para entornos urbanos. Además, facilita el control de nutrientes, optimizando el crecimiento de las plantas, y requiere menos equipamiento en comparación con otros sistemas hidropónicos. Las ventajas incluyen un menor consumo de agua en comparación con la agricultura tradicional, un crecimiento más rápido de las plantas debido a un acceso constante a nutrientes y una reducción de enfermedades del suelo. Sin embargo, presenta desventajas como la sensibilidad a fallos en el sistema, ya que las plantas dependen de un flujo constante de nutrientes, y requiere un monitoreo constante para evitar problemas como el encharcamiento (Resh 2013).



Figura 10: Hidroponía en sistemas modulares o recirculantes

2.1.2.2.6 Hidroponia acuapónica

Hidroponía acuapónica, también conocida como acuaponía, es un sistema que combina la hidroponía con la acuicultura. Implica cultivar plantas en agua sin suelo al mismo tiempo que se crían peces u otros animales acuáticos en el mismo entorno. Esta relación simbiótica única permite el intercambio de nutrientes entre las plantas y los animales, creando un ecosistema auto sostenible. En los sistemas hidropónicos acuapónica, los desechos de los peces actúan como fertilizante natural para las plantas. A medida que los peces excretan residuos, las bacterias lo convierten en nutrientes que son fácilmente absorbidos por las raíces de las plantas. Las plantas, a su vez, filtran y purifican el agua para los peces al consumir estos (Candarle 2015).

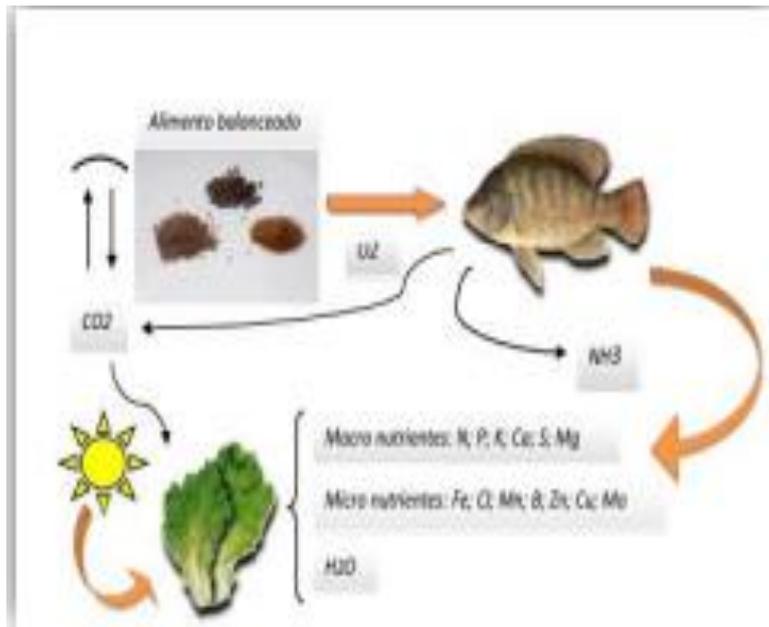


Figura 11: Diagrama interactivo de los fundamentos biológicos de un sistema acuapónico

Ejemplo del sistema acuapónico balanceado Para este tipo de sistemas se aplican de 40 a 50 gr de alimento al día/1m² en cultivos de hojas como: lechugas, espinacas y acelgas. A diferencia de una aplicación de 50 a 80 gr de alimento al día/m² en cultivos frutales como: tomate, fresa y pepino (Candarle 2015).

2.1.2.3 Beneficios que aporta la agricultura hidropónica

Entre los beneficios que podemos encontrar en la agricultura hidropónica frente a la tradicional podemos destacar un sustancial ahorro de agua, lo que favorece que se pueda desarrollar en zonas áridas o de difícil acceso al agua. Por otra parte, no deteriora con la erosión y la contaminación por nitratos los suelos fértiles, fomentando la sostenibilidad de la fauna y flora local. La producción es segura y próxima al lugar de consumo, con lo que se ahorra en transportes y contaminación (García *et al.* 2020).

Por otra parte, dinamiza la economía local, no sólo a través de la riqueza que generan dichos cultivos, sino también con el desarrollo laboral de la comunidad en empresas y empleos relacionados con la instalación y mantenimiento de estos sistemas de cultivo. Existen ejemplos a nivel internacional que demuestran la facilidad de adaptación a diferentes climas y su rentabilidad (Rijk 2015).

2.2. Marco metodológico

Para el presente documento se reúne información de documentos actuales artículos de investigación, bibliotecas virtuales y sitios web para ayudar a presentar las opiniones e ideas de los actores que permitan desarrollos de investigación.

Se identificaron temas relevantes Diferentes métodos de siembra hidropónica y sus beneficios. Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados.

2.3. Resultados

En Ecuador se ponen en práctica diferentes sistemas de cultivo hidropónico dependiendo las características físicas y climáticas de cada lugar. Los más comunes son el sistema NFT, en el que hay una corriente continua de agua con los nutrientes sobre las raíces del vegetal. Otro es el DWC, en el que las raíces de las plantas se sumergen en agua profunda bien dotada de nutrientes. Este es más usado en zonas urbanas.

Otro sistema importante es el de sustrato, que viene mejor para plantas de mayor porte o tamaño y en el que se controla mejor la cantidad de humedad y abonos que necesita. Los invernaderos pueden alargar las temporadas de cultivo y proteger a las plantas de las condiciones de la meteorología. También van muy bien en el contexto urbano.

Entre los beneficios que podemos encontrar en la agricultura hidropónica frente a la tradicional podemos destacar un sustancial ahorro de agua, lo que favorece que se pueda desarrollar en zonas áridas o de difícil acceso al agua. Por otra parte, no deteriora con la erosión y la contaminación por nitratos los suelos fértiles, fomentando la sostenibilidad de la fauna y flora local. La producción es segura y próxima al lugar de consumo, con lo que se ahorra en transportes y contaminación.

El hecho de poder cultivarse durante todo el año, también es un beneficio de este tipo de agricultura que permite una fuente permanente de productos frescos,

mejorando la presencia de productos durante todo el año y permitiendo el desarrollo de la economía en torno a estas empresas. La formación necesaria para estos sistemas de cultivo elevará la conciencia ecológica y el compromiso con la producción sostenible.

2.4 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre los sistemas hidropónicos en Ecuador, según Castañares (2020), y otros autores el sistema NFT es muy usado porque es muy eficiente en la gestión de los nutrientes y el espacio. Las cosechas pueden ser más cortas y más productivas, por lo que es ideal para entornos urbanos. Como contrapartida podríamos decir que requiere este método de mucho control para evitar problemas de oxigenación de las raíces y sus consiguientes pérdidas, tal y como advierte Birgi (2015).

El método con sustrato también ha sido respaldado por algunos investigadores como Castañares (2020), pues además del soporte mejoran la absorción de humedad y nutrientes. Como desventajas podemos decir que el costo y la disponibilidad de estos recursos puede limitar su desarrollo en ciertas regiones del país según advierte Huang et al. (2018).

Los beneficios de la agricultura hidropónica en entornos urbanos y en regiones con déficits hídricos en Ecuador este tipo de agricultura hidropónica reduce considerablemente el consumo de agua según García et al. (2020), pero que al mismo tiempo el uso eficiente del agua necesita de nuevas tecnologías y formación para los agricultores Rijk (2015).

De la misma manera subrayamos que la presencia permanente de productos frescos locales en las cadenas de distribución, las nuevas oportunidades económicas y de empleo queda enfatizada García et al. (2020), quien advierte de la necesidad previa de ayudas o cierto capital para inversión en estos cultivos. Coincide con SIAP (2016), estos hándicaps pueden limitar su expansión en zonas urbanas sin el impulso de las administraciones dando ayudas.

3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

Respecto a la descripción de los diferentes sistemas hidropónicos utilizados en el Ecuador, se concluyó que los diferentes métodos aplicados, como el sistema NFT y el uso de sustratos, permiten a los agricultores adaptarse a las condiciones específicas de su entorno. Estos sistemas no sólo facilitan el uso del espacio y los recursos, sino que también promueven una producción agrícola sostenible y sustentable. Sin embargo, es importante capacitar a los agricultores en gestión tecnológica para mejorar sus capacidades.

Por otro lado, analizando los beneficios de la agricultura hidropónica en las ciudades, podemos decir que esta práctica juega un papel importante en la seguridad alimentaria y el desarrollo de la economía local. La reducción del consumo de agua y la producción agrícola a lo largo del año son factores clave que contribuyen a la sostenibilidad y resiliencia de la población urbana. Sin embargo, es necesario implementar políticas de subsidios que faciliten el acceso a la tecnología, lo que permite que más emprendedores aprovechen los beneficios que ofrece el cultivo hidropónico.

3.2. Recomendaciones

Con base en la diversidad de sistemas hidropónicos identificados en el Ecuador, se recomienda analizar la realidad de cada agricultor y en base a ello utilizar el sistema NFT, que nos permite la recirculación de nutrientes de manera eficiente para el cultivo.

En cuanto a los beneficios de la agricultura hidropónica en contextos urbanos, se propone implementar la agricultura en el Ecuador por ser dinamizadores de la economía local durante todas las estaciones del año y fomentar una agricultura sostenible.

4.REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

Birgi, J. A. 2015. Producción hidropónica de hortalizas de hoja. Ing Agrónomo. Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Consultado el 29 de mayo 2024. Disponible en https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/40-Hidroponica_de_hortalizas.pdf

Candarle, P. 2015. Técnicas de acuaponía. Centro Nacional de Desarrollo agrícola, (CENADAC), Dirección de acuicultura. Consultado el 28 de junio, 2024. Disponible en https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/_archivos//00000_Desarrollos%20Acu%C3%ADcolas/160831_T%C3%A9cnicas%20de%20Acuaponia.pdf.

Castañares, IAJ. 2020. ABC DE LA HIDROPONIA (en línea, sitio web). Consultado el 19 de junio de 2024. Disponible en https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8023/INTA_DireccionNacional_EEAAMBA_Casta%C3%B1ares_JL_ABC_de_la_hidroponia.pdf?sequence=

Contreras, G. 2021. Efecto del cloruro de lantano en el crecimiento, desarrollo y calidad en un sistema de raíz flotante (En línea). Tesis PhD. Texcoco, México, Campus Montecillo. 96 p. Consultado el 19 de junio, 2024. Disponible en http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4656/Contreras_Martinez_G_MC_Edafologia_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2016. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Disponible en <https://www.fao.org/3/as435s/as435s.pdf>

Germania, LPE. 2019. EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE TRES CULTIVARES DE TOMATE CHERRY (en línea, sitio web). Consultado el 18 de junio de 2024. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10738>.

Infoagro. 2017. Enfermedades en hidroponía: Control eficiente. Manejo de enfermedades. Consultado el 11 junio 2024. Disponible en https://www.infoagro.com/documentos/enfermedades_hidroponia_control_eficiente.asp

Infoagro. 2018. Guía práctica para la producción profesional e intensiva del pepino, hortaliza de la familia de las cucurbitáceas. Consultado el 11 junio 2024. Disponible en https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_pepinoparte_i_.asp#:~:text=El%20cultivo%20de%20esta%20hortaliza,la%20producci%C3%B3n%20y%20exportaci%C3%B3n%20aumentan

Intagri. 2017. La Hidroponía: Cultivos sin Suelo. Consultado el 11 junio 2024. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/horticulturaprotegida/la-hidroponiacultivos-sin-suelo>

Jhon 2024. Producción de fresa (fragaria x ananassa duch.) en dos sistemas de hidroponia bajo cobertura plástica. (en línea, sitio web). Consultado el 18 de junio de 2024. Disponible en <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/16d2a7c9-978d-4b36-843b-9ded6ef75a9d/content>.

Garcia, M; Abad, C; Castillo, L; Navarrete, F; Plasencia, D. 2020. Diseño del proceso de implementación de cultivos hidropónicos en terrenos inutilizados en el distrito de Piura. Universidad de Piura. Facultad de ingeniería. Disponible en https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4614/PYT_Informe_Fin_

- Germán, V; Sandoya K; Bosques, J; Vassilaros V. 2022. La producción de lechuga en sistemas hidropónicos a pequeña escala. Consultado el 11 junio 2024. Disponible en <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1433>
- Huang, P., Chen, R., Yang, W. y Fang, W. 2018. Un sistema hidropónico de recirculación para la producción de viveros de fresas en fábricas de plantas. *Acta Hortic.* 1227, 637-644. Consultado el 29 de mayo 2024. Disponible en <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1227.81>
- Morales, N. 2015. ¿Qué es la Aeroponía? Red de Especialistas en Agricultura. Recuperado el 12 de julio del 2021. Consultado el 28 de junio 2024. Disponible en <https://agriculturers.com/que-es-la-aeroponia/>
- Morán, E. 2021. Efecto de sustancias minerales. Universidad técnica estatal de Quevedo. Facultad de ciencias agropecuarias. Carrera agronomía (Rediseño). Consultado el 11 junio 2024. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/89e33843-a298-47a9-bf90-cbbd05d52a6a/content>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (s.f.). La Horticultura y Fruticultura en el Ecuador. FAO. Consultado el 11 junio 2024. Recuperado de: www.fao.org/ag/agn/pfl_report.../Ecuador/Importancereport.doc
- Oyervides, J. 2021. Manejo de Cultivo Hidropónico de Pepino. Produccion agrícola inteligente. Consultado el 11 junio 2024. Disponible en <https://nxtagro.io/manejo-de-cultivo-hidroponicode-pepino/>
- Resh, H. M. (2013). *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for Producing Food Without Soil*. CRC Press. Consultado el 28 de junio 2024. Disponible en <chromeextension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24134/1/UPS-GT004203.pdf>

Rijk, Z. 2015. HidroSpecial (En Línea). Revista de Lechuga Hidroponica. 4 p. Consultado el 11 junio 2024. 2023. Disponible en: https://www.rijkwaaan.es/sites/default/files/hydro_special_lr.pdf

Origen de los cultivos hidropónicos. 2020. (en línea, sitio web). Consultado el 11 de junio. 2024. Disponible en <https://hidroponicsystems.eu/es/origen-de-los-cultivos-hidroponicos/>.

En El Oro promueven cultivo hidropónico de lechugas – Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2024. (en línea, sitio web). Consultado el 11 junio de 2024. Disponible en <https://www.agricultura.gob.ec/en-el-oro-promueven-cultivo-hidroponico-de-lechugas-2/>.

Sánchez, A. 2020. ¿Cómo podemos plantar perejil y tener en casa para cocinar? Consultado el 11 junio 2024. Disponible en https://amp-rvees.cdn.ampproject.org/v/s/amp.rtve.es/television/20201106/plantar-perejiltrucosjardineria/2053922.shtml?amp_gsa=1&_js_v=a9&usqp=mq331AQIUA

Sánchez, G. 1982. Cultivo Hidropónico. Universidad de Panamá (en línea, sitio web). Consultado el 11 junio 2024. Disponible en <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54078244/HIDROPONIA-libre.pdf?1502111262=&response-content->

Saldaña, L. 2023. Cultivos hidropónicos sostenibles en el Ecuador. Ing Agrónomo. Babahoyo. Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 48 p. Consultado el 20 de mayo 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14822/E-UTB-FACIAG-%20AGROP-000064.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2015. Hidroponía, una alternativa de cultivo. Consultado el 11 junio 2024. Disponible en <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/hidroponia-una-alternativa-decultivo>

Segura, DR. 2011. "Estudio del comportamiento agronómico de tres variedades de Perejil (*Petroselinum crispum*), sembradas mediante sistema hidropónico con sustrato sólido, en la zona de Babahoyo" (en línea). sl, se. Consultado el 30 de julio de 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/78/T-UTB-FACIAG-AGR-000011.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. Hidroponía ¿Sabes qué es y cómo funciona? (en línea, sitio web). Consultado 29 mayo 2024. Disponible en <https://www.gob.mx/siap/articulos/hidroponia-sabes-que-es-y-como-funciona>.

Solución nutritiva para lechuga. 2024. (en línea, sitio web). Consultado el 11 junio de 2024. Disponible en <https://hidroponiaec.com/producto/solucion-nutritiva-para-lechuga/>

Vera S. 2024. Manejo agronómico del cultivo de rábanos (*Rhapanus sativus*) mediante hidroponía en el Ecuador. Ing Agrónomo. Babahoyo. Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 32 p. Consultado el 20 de mayo 2024. Disponible en <https://bit.ly/3ywFRf6>

4.2. Anexos



Anexo 1: Cultivo Hidropónico

Fuente: En El Oro promueven cultivo hidropónico de lechugas – Ministerio de Agricultura y Ganadería sf



Anexo 2: Solución nutritiva

Fuente: Solución nutritiva para lechuga n.d.