



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

Cultivos hidropónicos sostenibles en el Ecuador.

AUTORA:

Karen Lisseth Saldaña Carpio

TUTOR:

Ing. Agr. Orlando Olvera Contreras, MAE.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2023

RESUMEN

El presente documento aborda la importancia de la hidroponía como método de cultivo alternativo, factible y duradero para abordar los retos actuales en el ámbito agrícola a nivel global. A pesar de desafíos iniciales, los cultivos hidropónicos sostenibles en el Ecuador son necesarios para el primer paso en la implementación de estas prácticas agrícolas que pueden ayudar al país en el futuro. Nuestro objetivo fue caracterizar dichos cultivos en el contexto ecuatoriano, para su realización se planteó una metodología con enfoque cualitativo y de alcance descriptivo. se encontró que la intención de implementar métodos hidropónicos en el sector agropecuario ecuatoriano no es algo que el gobierno ha ignorado, al contrario, ha puesto énfasis en realizar proyectos de cultivo hidropónico NFT (Nutrient Film Techniquen) el sistema hidropónico de recirculación más popular del mundo para la producción de cultivos. ciertas empresas agropecuaria en el país, los cuales han sido bienvenidos por los agricultores por su reducida inversión inicial, reducción de complicaciones (espacio, recursos y sostenibles) comparado al cultivo tradicional y sus productos son aceptados en el mercado nacional. Un cultivo hidropónico realizado en un área confinada y climatizada, es un sistema altamente repetible, en consecuencia. Los rendimientos de los cultivos hidropónicos pueden duplicar a los cultivos en el campo, la acción de patógenos o plagas, incidirán fuertemente en el rendimiento del cultivo se ha constituido en una herramienta valiosa para la investigación y la enseñanza se concluyó que enfatizar la implementación de cultivos hidropónicos sostenibles tiene el potencial de transformar el panorama agrícola ecuatoriano.

Palabras clave: hidroponía, agricultura, tecnología, hortalizas

SUMMARY

This document addresses the importance of hydroponics as an alternative, feasible and durable cultivation method to address current challenges in the agricultural field at a global level. Despite initial challenges, sustainable hydroponic crops in Ecuador are necessary for the first step in the implementation of these agricultural practices that can help the country in the future. Our objective was to characterize these crops in the Ecuadorian context; to carry it out, a methodology with a qualitative approach and a descriptive scope was proposed. It was found that the intention to implement hydroponic methods in the Ecuadorian agricultural sector is not something that the government has ignored, on the contrary, it has placed emphasis on carrying out hydroponic cultivation projects NFT (Nutrient Film Technique) the most popular recirculating hydroponic system in the world for crop production. certain agricultural companies in the country, which have been welcomed by farmers for their reduced initial investment, reduction of complications (space, resources and sustainability) compared to traditional cultivation and their products are accepted in the national market. A hydroponic crop carried out in a confined and heated area is a highly repeatable system, consequently. The yields of hydroponic crops can double those of crops in the field, the action of pathogens or pests will strongly affect the yield of the crop. It has become a valuable tool for research and teaching. It was concluded that emphasizing the implementation of crops. Sustainable hydroponics has the potential to transform the Ecuadorian agricultural landscape.

Keywords: hydroponics, agriculture, technology, vegetables

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACION.....	1
1.1. INTRODUCCION	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACION.....	3
1.4. OBJETIVOS	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN	4
2. DESARROLLO	5
2.1. MARCO CONCEPTUAL	5
2.1.1. Origen del cultivo hidropónico	5
2.1.2. Importancia de la hidroponía	6
2.1.3. Hidroponía en Ecuador.....	6
2.1.4. La Hidroponía como tecnología del futuro	7
2.1.5. Principales cultivos hidropónicos en el Ecuador	8
2.1.5.1. Lechuga.....	8
2.1.5.2. Precio	9
2.1.5.2.1. Tipo de fertilización.....	9
2.1.5.2.2. Control de plagas y enfermedades	9
2.1.5.2.3. Control de enfermedades.....	10
2.1.5.2.4. Tiempo de producción	10
2.1.5.3. Fresa	10
2.1.5.4. Precio	11
2.1.5.4.1. Tipo de fertilización.....	12
2.1.5.4.2. Superficie sembrada.....	12
2.1.5.4.3. Control de plagas y enfermedades	12
2.1.5.4.4. Tiempo de producción	13
2.1.5. Tomate Cherry	13
2.1.5.1. Precio	14
2.1.5.2. Superficie sembrada.....	14
2.1.5.2.1. Control de plagas y enfermedades.....	14
2.1.5.2.2. Tiempo de producción	14

2.1.5.5.	Pepino	14
2.1.5.5.1.	Precio	15
2.1.5.5.2.	Superficie sembrada	15
2.1.5.5.3.	Control de plagas y enfermedades	16
2.1.5.5.3.1.	Tiempo de producción	16
2.1.5.6.	Perejil.....	16
2.1.5.6.1.	Precio	17
2.1.5.6.2.	Superficie sembrada	17
2.1.5.6.3.	Control de plagas y enfermedades	17
2.1.5.6.4.	Tiempo de producción	18
2.1.5.7.	Papa	18
2.1.5.7.1.	Precio	19
2.1.5.7.2.	Superficie sembrada	19
2.1.5.7.3.	Tiempo de producción	19
2.1.5.6.	Métodos para cultivos hidropónicos.....	19
2.1.5.6.1.	Hidroponía en solución nutritiva (NFT - Nutrient Film Technique)	19
Figura 5.	Hidroponía en solución nutritiva	20
2.1.5.6.2.	Hidroponía en sustrato	20
Figura 6.	Hidroponía en sustrato.....	20
2.1.5.6.7.	Hidroponía de raíces flotante	21
Figura 7.	Hidroponía de raíces flotante.....	21
2.1.5.8.	Hidroponía en Aeroponía	21
Figura 8.	Torres de cultivo hidropónico.....	22
2.1.5.9.	Hidroponía acuapónica	23
Figura 10.	Diagrama interactivo de los fundamentos biológicos de un sistema acuapónico	23
Figura 11.	Productos cultivados de forma Hidropónica al rededor del mundo.....	24
2.2.	MARCO METODOLÓGICO.....	25
2.3.	RESULTADOS.....	25
2.4.	DISCUSION DE RESULTADOS	26
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
3.1.	CONCLUSIONES	28
3.2.	RECOMENDACIONES.....	28
4.	REFERENCIAS Y ANEXOS	30
4.1.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	30

4.2. ANEXOS.....	40
------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cultivo hidropónico de lechuga.....	8
Figura 2. Cultivo hidropónico de fresa	11
Figura 3. Cultivo hidropónico del tomate cherry.....	13
Figura 4. Cultivo hidropónico del pepino.....	15
Figura 5. Cultivo hidropónico de perejil.....	17
Figura 6. Cultivo hidropónico de papa	18
Figura 7. Hidroponía en solución nutritiva.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8. Hidroponía en sustrato.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9. Hidroponía de raíces flotante	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10. Torres de cultivo aeropónico.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11. Hidroponía en sistemas modulares o recirculantes	¡Error! Marcador no definido.
Figura 12. Diagrama interactivo de los fundamentos biológicos de un sistema acuapónico	¡Error! Marcador no definido.
Figura 13. Productos cultivados de forma Hidropónica al rededor del mundo	¡Error! Marcador no definido.
Figura 14. Mercado hidropónico: tasa de crecimiento por región, 2020.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 15. Comercialización de los cultivos hidropónicos en el mercado ...	¡Error! Marcador no definido.

1. CONTEXTUALIZACION

1.1. INTRODUCCION

El cultivo hidropónico ofrece una solución viable y sostenible para enfrentar los desafíos agrícolas y alimentarios del mundo moderno. A medida que la población mundial sigue creciendo y los recursos naturales se vuelven más limitados. Hoy la hidroponía se vislumbra como una solución a los crecientes problemas de las zonas agrícolas, producto de la contaminación, la desertización, el cambio climático y el crecimiento desproporcionado de las ciudades, además se posiciona como una herramienta valiosa para mejorar la producción de alimentos de manera responsable y eficiente. El cultivo hidropónico en Ecuador es de gran importancia para la producción de alimentos, y la protección del medio ambiente (Beltrano y Giménez 2015).

El mercado de la hidroponía se divide por tipo de cultivo (tomate, lechuga, hortalizas de hoja, pimiento, pepino entre otros), geografía (América del Norte, Europa, Asia-Pacífico, América del Sur y Oriente Medio y África). El segmento geográfico más grande del mercado estudiado en 2020 fue América del Norte, que representó alrededor del 35,78% del mercado hidropónico. La hidroponía es una tecnología rentable que respeta el medio ambiente. Varios gobiernos y organizaciones no gubernamentales lo han respaldado por sus ventajas para la seguridad alimentaria (Mordor Intelligence 2023).

La hidroponía es un método de cultivo que se fundamenta en la producción de plantas sin utilizar suelo. En este sistema, las raíces se sumergen en una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas. Esta técnica ofrece un mayor control sobre los nutrientes, el agua y la luz, lo cual resulta un crecimiento más rápido y eficiente de las plantas. Además, al prescindir del suelo, los cultivos hidropónicos son menos propensos a enfermedades y plagas, además de requerir menos agua y espacio en comparación con la agricultura convencional (Li *et al.* 2018).

En el contexto ecuatoriano, los cultivos hidropónicos sostenibles representan una alternativa prometedora para abordar los desafíos relacionados con la producción. Esta técnica de cultivo mediante hidroponía simplificada demuestra ser altamente eficaz, logrando obtener cosechas de excelente calidad y totalmente saludables. Las frutas y verduras producidas de esta manera son muy valiosas tanto para el bienestar general como para nuestra propia salud, al incorporar estos alimentos en nuestra dieta habitual (SIAP 2016).

Se considera la importancia de la agricultura hidropónica en el Ecuador por los alimentos frescos de alta calidad. Se explorarán las ventajas de este método de cultivo, como la producción continua durante todo el año, el uso eficiente de los recursos y la reducción del impacto ambiental. Además, se enfatizará la adaptabilidad de los cultivos hidropónicos en áreas urbanas y la capacidad de diversificar la producción agrícola en el país.

Por lo tanto, este trabajo tiene como finalidad detallar y promover los cultivos hidropónicos sostenibles en Ecuador ya que radica en su potencial para abordar problemas, inseguridad alimentaria, gestión eficiente del agua, reducción del impacto ambiental y desarrollo económico. La implementación de prácticas agrícolas sostenibles y tecnológicamente avanzadas puede ayudar al país a enfrentar los desafíos futuros y construir un sistema alimentario más equitativo.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Ecuador existen áreas de terrenos que se dedican a cultivar también son dedicadas a la explotación y tenemos problemas de suelos inundables ya que afecta a la hora de realizar los cultivos hidropónicos, ante esta situación se convierten en una prometedora alternativa para superar estas limitaciones y garantizar una producción continua y eficiente.

Sin embargo, a pesar del potencial de la hidroponía en Ecuador, faltan investigaciones y análisis exhaustivos sobre la implementación de cultivos hidropónicos en el país. La falta de estudios específicos limita la comprensión de las oportunidades y desafíos asociados a esta combinación en el contexto

ecuatoriano. Si bien el cultivo hidropónico ofrece muchas ventajas, pero también puede presentar dificultades, especialmente para los pequeños agricultores que pueden necesitar asistencia para invertir en esta tecnología y adaptarse a nuevas prácticas de cultivo.

1.3. JUSTIFICACION

Esta investigación se basa en la necesidad de abordar los desafíos de seguridad alimentaria y sostenibilidad agrícola en Ecuador, a través de la exploración de la realización de cultivos hidropónicos. La producción de alimentos frescos y saludables es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria de la población ecuatoriana. Los cultivos hidropónicos ofrecen una solución viable para aumentar la producción agrícola de manera eficiente, permitiendo la producción continua durante todo el año y minimizando la dependencia de factores climáticos y la disponibilidad de tierras cultivables.

Este documento se justifica por la necesidad de abordar los desafíos a través de la realización de los cultivos hidropónicos. La implementación de esta combinación podría contribuir a la producción eficiente de alimentos, la preservación del medio ambiente, la optimización de recursos y el desarrollo económico del país. Es importante mencionar que la elección del método tiene que ser el adecuado para el tipo de cultivo que desee establecer, sus objetivos de producción, el espacio disponible, la disponibilidad de recursos y su nivel de experiencia.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Caracterizar los cultivos hidropónicos sostenibles en Ecuador.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar los principales cultivos hidropónicos en el Ecuador.
- Detallar los métodos adecuados para la producción de cultivos hidropónicos.

1.5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN

Dominio: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable

Sublíneas: Seguridad y soberanía alimentaria, fisiología y nutrición vegetal

2. DESARROLLO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Origen del cultivo hidropónico

La práctica de cultivar plantas en agua rica en fitonutrientes existe desde hace siglos. Por ejemplo, los antiguos Jardines Colgantes de Babilonia y Los jardines flotantes aztecas en México eran hidropónicos. En el siglo XIX, las personas que estudiaron cómo crecen las plantas establecieron las bases del crecimiento de plantas hidropónicas (Franco 2022).

La tarea de averiguar cómo comen las plantas y qué utilizan ha ocupado la atención humana durante miles de años, antes que Aristóteles. La ciencia de la nutrición vegetal es relativamente nueva años de investigación seria, aunque un tanto ineficaz comenzaron a encajar en una historia completa. Sin embargo, una vez sentadas las bases, los descubrimientos se sucedieron a gran velocidad (Carmona 2022).

El verdadero cultivo en agua data de 1860, cuando Knop, un químico agrícola alemán y Sachs, un botánico, añadieron por primera vez productos químicos al agua y obtuvieron soluciones nutritivas. Knop es considerado el padre de la cultura del agua. Sus experimentos sentaron las bases de los que más tarde darían lugar a la hidroponía. Sachs estaba más interesado en estudiar los procesos de las plantas y botánico. En ninguna parte en la historia del desarrollo tecnológico en el que principios ampliamente utilizados en el trabajo de laboratorio (Cajo 2016).

Choez (2019) indico que "el futuro de la expansión continua de la hidroponía para la producción comercial de plantas no es alentador a menos que ocurra un avance importante en la forma en que se diseña y utiliza la técnica". Estos factores que limitan su amplia aplicación, son el costo, la necesidad de un suministro eléctrico confiable, las ineficiencias en el uso de agua y elementos nutrientes, y los requisitos ambientales para la eliminación de la solución de nutrientes gastada y los medios de cultivo.

2.1.2. Importancia de la hidroponía

Este método se considera muy importante ya que en la actualidad es muy utilizada, para investigaciones y producciones hortícolas. Habitualmente esta técnica se la considera de alta inversión debido a la tecnología que suelen utilizar durante este proceso, por lo tanto, suele ser aplicada exitosamente en países desarrollados. La hidroponía nos ayuda a sembrar desde casa hasta grandes producciones para comercializar, ya que esta actividad se define por utilizar soluciones minerales en vez de suelo agrícola para los cultivos agroalimentarios debido que podemos aprovechar lugares como: azoteas, suelos infértiles, jardines entre otros (Intagri 2017).

La hidroponía se ha convertido en un gran reto, debido que hace unos años atrás no se conocía mucho del tema y por este motivo es que algunos cultivos hidropónicos no se lograron mantener de forma favorable, pero gracias al soporte que se les ha dado a los productores estos métodos han crecido. Entonces se deben conocer de manera exacta cuales son las ventajas de producir con métodos hidropónicos y entre ellas están: ahorro de agua, no se utiliza maquinaria agrícola y disminución de costo de producción (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural 2015).

2.1.3. Hidroponía en Ecuador

A pesar de las ventajas que podrían obtenerse mediante este tipo de cultivos, y a pesar de que ya está implementado en varios países, en Ecuador aún no se ha logrado implementar a gran escala este moderno sistema de producción de alimentos. Ecuador no experimenta cambios climáticos tan drásticos, la producción de alimentos puede realizarse cómodamente en el suelo, lo que ha evitado la necesidad de buscar otros sistemas de cultivo. Debido a esto, los ministerios del Estado no han mostrado un gran interés en promocionar esta tecnología. Aunque se han llevado a cabo algunas capacitaciones, estas iniciativas se realizan de manera poco frecuente, aproximadamente cada tres o cinco años, lo que denota una falta de un interés significativo en el tema (La Nación 2023).

En los últimos años, en Ecuador, la hidroponía ha ido desarrollándose como una opción para la producción de hortalizas, especias y ciertas frutas en entornos controlados, como invernaderos. A nivel nacional, la mayoría de las plantaciones de hortalizas como lechuga y tomate se concentran en las provincias de Azuay, Tungurahua, Pichincha y Loja. En estas regiones, se han perfeccionado las técnicas necesarias para cultivar hortalizas tanto para el autoconsumo familiar como para fines comerciales (Sánchez 2020).

2.1.4. La Hidroponía como tecnología del futuro

Según la definición de Cerón (2022), la hidroponía se refiere a la ciencia de cultivar plantas sin utilizar tierra, sino utilizando un medio inerte como grava, arena, turba, vermiculita, piedra pómez o aserrín. En este medio, se añade una solución de nutrientes que contiene todos los elementos esenciales necesarios para el crecimiento y desarrollo normal de la planta.

Morán (2021), en su análisis general, expresó que “La hidroponía es una tecnología atractiva, pero a menudo simplificada en exceso, lo que la hace más fácil de promover que de mantener. Lamentablemente, los fracasos son más comunes que los éxitos, debido a la falta de experiencia en la gestión o la carencia de apoyo científico e ingenieril”.

El cultivo de plantas sin suelo y en ambientes controlados requiere habilidades y entrenamiento específicos. Sin embargo, la mayoría de los fracasos en este tipo de cultivo no se deben al método de cultivo en sí, sino más bien a problemas relacionados con la planificación financiera, la gestión y las estrategias de comercialización (Freire y Pujos 2020).

Los agricultores hidropónicos en la actualidad tienen la capacidad de cultivar cultivos de manera segura en lugares que antes se consideraban imposibles de cultivar, como desiertos, el Ártico e incluso en el espacio. Brooke enfatiza que la tecnología hidropónica tiene un alcance global, permitiendo su aplicación en diversas ubicaciones alrededor del mundo (Rogel 2018).

2.1.5. Principales cultivos hidropónicos en el Ecuador

A partir de la década de los 90, la agricultura en Ecuador ha experimentado un crecimiento gradual debido a los cambios en los hábitos alimenticios de la población, que han aumentado el consumo de hortalizas en su dieta diaria. Para el primer trimestre de 2008, las hortalizas representaron el 2.97% del PIB agropecuario y el 0.26% del PIB nacional, respectivamente (Sánchez 2020).

2.1.5.1. Lechuga

La producción hidropónica de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en Ecuador se está proyectando con éxito tanto en mercados locales como internacionales debido a su alta calidad alimenticia. Esto está motivando a más agricultores a involucrarse en este modelo productivo, ya que al implementar este sistema se reduce el índice de incidencia y severidad de plagas y enfermedades en un 50%, así como la disminución del uso indiscriminado de plagas (Morán 2021).

En el Ecuador existen de siete a ocho variedades de lechuga, pero solo una se lleva el crédito con el 70 % de ventas en el mercado. Conocida como lechuga criolla o repollo la cual es preferida por los ecuatorianos, se distribuye en valles secos y templados de la sierra localizándose en zonas altas y protegidas. Este cultivo se lo ejecuta en lugares que tengan una precipitación de 400 – 600 mm durante su ciclo, debe tener 12 horas diarias de luminosidad con una temperatura entre los 12 y 18 °C (German *et al.* 2022).



Figura 1. Cultivo hidropónico de lechuga

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

2.1.5.2. Precio

Actualmente se cosecha de 1500 a 1800 lechugas, las cuales son comercializadas a restaurantes y supermercados a nivel nacional e internacional. Los costos de producción son de \$ 0,80 c/u incluyendo el empaquetado, y el precio de comercialización es de \$ 0,75 por lechuga debido a esto se ha determinado que es una de las actividades más rentables porque los precios de producción son bajos (Líderes 2021).

2.1.5.2.1. Tipo de fertilización

Los agricultores utilizan fertilizantes solubles que tenga micronutrientes para brindarles nutrientes a los cultivos hidropónicos, debido que estos nutrientes se aplican para las necesidades del cultivo. Al cultivo de lechuga se le aplica de 100 a 150 ppm de nitrógeno para el beneficio de la planta (Sánchez 2021).

2.1.5.2.2. Control de plagas y enfermedades

Según FAO (2016) indico que el manejo integrado de plagas aplica los siguientes métodos de control, los cuales se detallarán a continuación:

- **Cultural o Ecológico.**

Este método consiste en atender al cultivo desde la preparación de sustrato hasta la cosecha. Se debe eliminar o destruir las plantas que estén enfermas, ya que esto ayudará a reducir los riesgos de producir hongos o virus.

- **Control Tecnológico**

Este es un método que consiste en el uso de trampas, controles de humedad, mallas contra los insectos y aplicaciones de aceite.

- **Trampas de luz.**

Se debe colocar un recipiente que contenga agua y aceite quemado y que esté cerca de un foco o lámpara ya que de esta manera se atraparían insectos voladores debido que serán atraídos por la luz.

- **Trampas con atrayentes.**

Aplica una botella desechable plástica con dos orificios aproximadamente de 2 cm de ancho, y realizar una mezcla de agua con azúcar y 1 cucharada de levadura, se realizan este tipo de trampas según el invernadero para determinar cuántas trampas serán en total, debido que es una trampa atrapar a los insectos dentro de la botella.

2.1.5.2.3. Control de enfermedades

Una de las prioridades es el control de enfermedades en los cultivos debido que se vuelve una preferencia para los productores, realizando la aplicación de productos químicos que ayuden a reducir los riesgos y tomando en cuenta las medidas necesarias para la aplicación. Debido que el MIE consiste en métodos de control como inspecciones, control biológico, físico y cultural (FAO 2016).

2.1.5.2.4. Tiempo de producción

Al ser un cultivo de ciclo corto la lechuga tiene un tiempo de producción mínimo de 50 a 60 días, se deben sembrar en sistemas que tengan un espacio amplio para el desarrollo de raíces, tallos y ramas (German *et al.* 2022).

2.1.5.3. Fresa

El clima diverso de Ecuador permite el cultivo de cualquier tipo de planta en el país. La fresa se cultiva según sus características y necesidades principalmente en las montañas, mientras que las fresas hidropónicas se cultivan mediante apilamiento para obtener una mejor producción. En Pichincha, donde se cultivan

400 hectáreas, se concentra la mayor producción. Tungurahua ocupa el segundo lugar con una superficie de 240 hectáreas. La producción supera las 40 hectáreas en otras provincias como Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay (Flores 2018).

La fresa se determina una planta perenne con tallos rastreros y hojas verdes, una de sus características es que puede desarrollarse de forma ramificada, sus estolones pueden llegar a medir de 10 a 15 cm de largo teniendo la oportunidad de generar nuevas plantas lo cual facilita a su reproducción. Este cultivo se puede determinar de manera fácil ya que no es muy complejo y no necesita de muchos cuidados, utilizando la técnica del NFT ayuda a producir manera eficiente una mayor cantidad de fresas, ya que permite controlar las plagas y enfermedades y sobre todo la cantidad de nutrientes que necesita la planta debido que este sistema es una alternativa para tener las hortalizas frescas y de calidad (Hidroponía 2015).



Figura 2. Cultivo hidropónico de fresa

Fuente: (Flores 2018).

2.1.5.4. Precio

En la actualidad el precio que demanda el cultivo de fresa es de \$ 10 dólares esto deriva para todas las provincias que adquieren este producto, pero este precio en la actualidad ha disminuido lo que preocupa a los agricultores y productores. El mercado mayorista de Ambato adquiere la caja de este producto a un valor de \$ 26

dólares, pero la situación en la actualidad ha cambiado hasta llegar a un precio de \$ 16 dólares o menos como anteriormente se lo mencionaba (El productor 2019).

2.1.5.4.1. Tipo de fertilización

El P y K son elementos que aporta nutrientes al momento de aplicar en las plantaciones por que ayuda a desarrollar el sistema radicular y aun crecimiento fuerte. Debido que la aplicación de P y K se la recomienda para la formación del fruto y floración ayudando a maximizar la calidad de las fresas (Sembralia 2023).

2.1.5.4.2. Superficie sembrada

Este cultivo va ganando terreno ya que posee una superficie sembrada del 37 %, entre las variedades la que tienen una demanda mayor es la Rociera con el 26 % de la superficie cultivada, seguida de la variedad Rábida con el 6,8 % y por último la Primoris con el 4,1 % (López 2021).

2.1.5.4.3. Control de plagas y enfermedades

El control preventivo de plaga y enfermedades se deriva de las buenas prácticas ya que ayudan a contrarrestar esos posibles riesgos, debido a esto se implementan diversas recomendaciones y entre ellas se encuentran las siguientes según (Certis Belchim 2023).

- Garantizar que las plántulas a utilizar estén libres de patógenos
- Excluir las malas hierbas
- Dividir las hojas afectadas por algún tipo de afectación
- Implementar un correcto marco de plantación

2.1.5.4.4. Tiempo de producción

Durante sus primeros meses este cultivo es más productivo y de mejor calidad su fruta. Por lo general su cosecha dura entre 5 a 6 meses por lo que es altamente perecedero, y se puede cosechar cada 3 días y se debe manejar con mucha precaución (Agrotendencia 2019).

2.1.5. Tomate Cherry

Para descubrir las particularidades y características del cultivo de tomate Cherry (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) en sistemas hidropónicos y obtener beneficios que ayuden a satisfacer una necesidad básica como la alimentación, así como para comprender los efectos del cultivo de tomate Cherry en la agricultura actual (Acosta 2017).

EL tomate Cherry es una de las hortalizas más consumidas a nivel mundial y su cultivo aumentó un 30% en 2016 en comparación con hace 10 años, convirtiéndose en la especie más cultivada y de mayor importancia económica. El tomate Cherry es muy demandado debido a su alto valor nutricional y su alto contenido de sustancias antioxidantes como el licopeno y el betacaroteno. Su concentración más alta de estas sustancias lo ha hecho popular en la cocina, especialmente en platos gourmet (López *et al.* 2015).



Figura 3. Cultivo hidropónico del tomate cherry

Fuente: (Hidroponía 2015).

2.1.5.1. Precio

Los precios más elevados se presentan en los meses de octubre y abril, mientras que los menores precios suelen ser en los meses de junio y septiembre. La temporada del 2020 fue la mejor para el tomate Cherry llegando a tener un precio anual de 2,2 usd/kg, pero en el 2021 este valor disminuyó hasta llegar a 1,47 y 1,44 usd/kg (Miranda 2022).

2.1.5.2. Superficie sembrada

Este es uno de los cultivos que más se siembran, llegando a tener una superficie sembrada de 840 ha. La mayoría de los agricultores están comenzando a mejorar los procesos de producción con la implementación de mallas anti insectos debido que trabajan con invernaderos más sofisticados (Mazuela *et al.* 2010).

2.1.5.2.1. Control de plagas y enfermedades

La Botrytis es un hongo que deja la planta de color marrón, se puede combatir con el uso de sulfato de cobre o extracto de ajo pero la mejor forma de prevenir es evitar los cortes y dejar espacios entre las plantas para que tengan ventilación y la parte afectada pueda desaparecer (Juste 2018).

2.1.5.2.2. Tiempo de producción

Se debe eliminar los brotes laterales y hojas amarillas a los 15 días que se trasplante o cuando comienza a brotar las flores, esto se realiza para prevenir el sobrecargo de brotes. Posteriormente en unos 60 o 70 días después se podrá cultivar deliciosos tomates (Flores 2021).

2.1.5.5. Pepino

El cultivo de pepino se considera una de las hortalizas más consumidas, esto se determina por la rápida producción la cual varía entre los 40 a 45 días después del trasplante y de ahí se alarga hasta sus seis semanas. El ciclo de este cultivo es corto, pero puede variar de localidad dependiendo de sus condiciones climáticas,

edáficas y manejo agronómico que reciba el cultivo durante el desarrollo (Oyervides 2021).

Durante el día se produce una baja humedad, pero en meses fríos o de mucha vegetación no serán suficientes los niveles de humedad por lo que se debe recurrir a la ventilación, pero en la noche es muy diferente ya que el nivel de humedad aumenta en el invernadero hasta llegar al 100 % Hr. Debido a esto se deben controlar los niveles de humedad ya que si son demasiado altos podrían afectar al cultivo como: disminuyendo la transpiración, crecimiento y carencia de calcio (InfoAgro 2021).

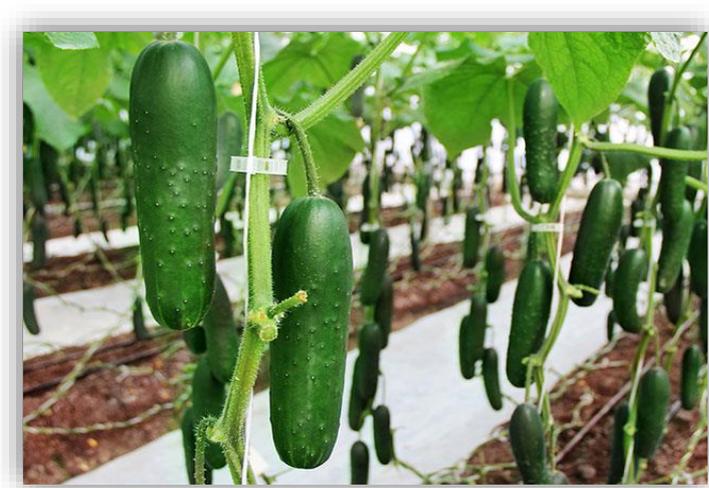


Figura 4. Cultivo hidropónico del pepino

Fuente: (InfoAgro 2021).

2.1.5.5.1. Precio

Este cultivo posee un rendimiento de 32,400 kg/ha con dos cosechas al año, el precio promedio para exportación es de \$ 0.20 por kg. Las Ha de pepino Thunder tuvieron un precio durante su primer año de \$ 4,369 (Guerrero 2017).

2.1.5.5.2. Superficie sembrada

Este es uno de los cultivos de mayor importancia ya que posee un alto índice de consumo, porque sirve tanto para alimentación como para industrialización. Esta es una hortaliza que tiene una superficie sembrada de 7000 a 8000 ha, pero su producción y exportación suelen aumentar (Infoagro 2018).

2.1.5.5.3. Control de plagas y enfermedades

Las plagas más comunes son: gusanos, pulguitas y arañitas, las cuales pueden ser combatidas con la aplicación de preparado de ajo, vinagre y con buenas prácticas en los cultivos, para finalizar una de las enfermedades más comunes son Mildia u Antracnosis (Infoagro 2018).

2.1.5.5.3.1. Tiempo de producción

El tiempo de producción de este cultivo suele ser a los 50 días después de su siembra (Infoagro 2018).

2.1.5.6. Perejil

Este cultivo es una planta aromática y conocida a nivel mundial por su sabor y aroma en partícula, sobre todo por que presenta propiedades nutritivas y medicinales. El nombre científico de esta planta es (*Petroselinum sativum*), esta es una hierba que se caracteriza por sus hojas triangulares de color verde intenso y puede llegar a medir hasta un metro de altura. Cabe resaltar que el perejil se puede cultivar en base a diferentes técnicas como en el caso de la hidroponía, ya que es una de las formas más sencillas por el uso de soluciones nutritivas y sustratos (Hidroponía 2016).

Para este cultivo la siembra es directa y solo se necesitan: semillas (dependiendo de la variedad que requiera el productor para la siembra de este cultivo), macetas con 20 cm de profundidad, mezcla de sustrato y una regadera con agua y soluciones nutritivas para la hortaliza (Hidroponía 2016).



Figura 5. Cultivo hidropónico de perejil

Fuente: (Hidroponía 2016).

2.1.5.6.1. Precio

En el año 2021 se tuvo un precio de \$ 40 y \$ 60, pero los precios más bajos se encuentran en Veracruz entre los \$ 4.00 y \$ 6.00 (Smarttcom 2023).

2.1.5.6.2. Superficie sembrada

La cantidad promedio de semilla es de 1 a 1.5 gr/m², para después proceder a realizar el raleo ya que existe una superficie sembrada entre los 600 a 700 ha (INEC 2021).

2.1.5.6.3. Control de plagas y enfermedades

Para controlar la plaga de los pulgones se debe fumigar las hojas con una mezcla de vinagre y agua pero también con bebidas azucaradas. Unas de las mejores formas para aplicar ha sido la de fumigar las plantas con el extracto de ajo porque han dado mejores resultados (Castro 2018).

2.1.5.6.4. Tiempo de producción

La siembra de este cultivo suele tardar un aproximadamente en nacer entre 14 a 16 días, pero en verano suele tardar un poco más en dar frutos que en invierno (Sánchez 2020).

2.1.5.7. Papa

Casi en todo el país se siembra una gran cantidad de este cultivo por su alta demanda en consumo y nivel de producción, esta variedad ocupa el cuarto lugar en el mundo después de los cereales maíz, trigo y arroz. Este es uno de los productos que más se consumen a nivel mundial y por tal motivo viene en constante crecimiento. La parte socioeconómica es de suma importancia porque radica el uso de la mano de obra en los sectores rurales, ya que sus diversas labores lo realizan 120 jornaleros como promedio mínimo por hectáreas, este es un cultivo que demanda un alto nivel de inversión para su establecimiento y conducción por lo que la hidroponía se convierte en una de las mejores opciones para su producción (Innovación Agrícola 2021).



Figura 6. Cultivo hidropónico de papa

Fuente: (Innovación Agrícola 2021).

2.1.5.7.1. Precio

La papa chola es muy consumida en Quito y Guayaquil con un equivalente de \$ 30 o \$ 32 dólares, mientras que en Tulcán, Huaca y San Gabriel está a \$ 27. Las mujeres comentan que antes de la pandemia solían vender 250 quintales, pero en la actualidad solo se venden 100 por cada viaje (El universo 2022).

2.1.5.7.2. Superficie sembrada

La superficie sembrada de este tubérculo es de 50 mil ha, de los cuales producen 300 mil toneladas que son repartidas para la alimentación de cada familia. En el país se ha podido determinar que cada persona llega a consumir un promedio de 30 kg de papa al año (SIPA 2021).

2.1.5.7.3. Tiempo de producción

El cultivo de papa tarda en producir aproximadamente unos 5 meses, la papa se produce en mayor cantidad en zonas del cantón Cuenca llegando a producir variedades como: bolona, superchola, chola y chaucha (El telégrafo 2019).

2.1.5.6. Métodos para cultivos hidropónicos

2.1.5.6.1. Hidroponía en solución nutritiva (NFT - Nutrient Film Technique)

Se trata de una técnica hidropónica en la que las plantas se sitúan en un flujo de agua poco profundo que contiene todos los nutrientes necesarios para su crecimiento. Este flujo de agua se recircula por tanques de cultivo que contienen las raíces de las plantas. De esta manera, las plantas obtienen los nutrientes a través de las raíces y, debido a que el flujo de agua es poco profundo y las raíces se encuentran suspendidas en el aire, también pueden obtener el oxígeno necesario para su desarrollo (Adelmann 2023).



Figura 7. Hidroponía en solución nutritiva

2.1.5.6.2. Hidroponía en sustrato

La hidroponía en sustratos es un método que combina los beneficios del cultivo hidropónico con el uso de sustratos inertes. Estos sustratos proporcionan estabilidad a las plantas y ayudan a retener la humedad necesaria para su desarrollo, al tiempo que permiten un drenaje adecuado. Esta técnica ha ganado popularidad debido a sus numerosas ventajas. Al eliminar el uso de suelo, se evitan problemas relacionados con enfermedades transmitidas por el suelo, malezas e infestaciones de plagas. Además, hay una mayor precisión en el control de los nutrientes suministrados a las plantas, lo que resulta en un mayor rendimiento y calidad de los cultivos (Basegoda 2015).



Figura 8. Hidroponía en sustrato

2.1.5.6.7. Hidroponía de raíces flotante

El sistema de raíces flotantes, también conocido como cultivo en agua profunda (DWC por sus siglas en inglés), es un método hidropónico que implica suspender las raíces de las plantas en una solución nutritiva altamente oxigenada. A diferencia de otros sistemas hidropónicos donde las raíces están parcialmente sumergidas o se rocían con nutrientes, en DWC las raíces están completamente sumergidas en la solución (Contreras 2021).

Esto se logra mediante el uso de un contenedor o cubeta que contiene la solución nutritiva y una plataforma flotante donde se colocan las plantas. Las raíces están sumergidas en la solución mientras la parte superior de las plantas permanece sobre el agua. El sistema de raíces flotantes es relativamente simple y fácil de configurar. La plataforma flotante puede estar hecha de espuma de polietileno u otro material liviano y resistente al agua. Se hacen agujeros en la plataforma para acomodar macetas o tapones de cultivo donde se insertan las plantas (Contreras 2021).



Figura 9. Hidroponía de raíces flotante

2.1.5.8. Hidroponía en Aeroponía

La hidroponía en aeroponía es una técnica avanzada utilizada en la agricultura sin suelo que se enfoca en alimentar las plantas mediante una pulverización fina y continua. En este sistema, las raíces de las plantas se mantienen suspendidas en el aire y se rocían regularmente con una solución líquida rica en nutrientes. Esta

metodología garantiza un suministro óptimo de oxígeno y nutrientes directamente a las raíces, fomentando así un crecimiento rápido y saludable (Morales 2015).



Figura 10. Torres de cultivo hidropónico

(Hidroponía en sistemas modulares o recirculantes NFT)

El sistema se basa en la interconexión de múltiples unidades individuales llamadas módulos mediante un sistema centralizado. Cada módulo puede albergar una o varias plantas, y se permite el flujo de una solución nutritiva entre ellos (Rojas y Recalde 2023).



Figura 11. Hidroponía en sistemas modulares o recirculantes

2.1.5.9. Hidroponía 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).

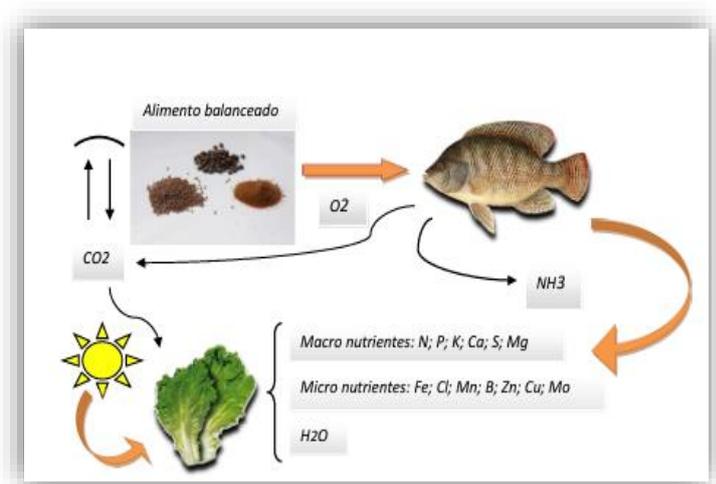


Figura 12. Diagrama interactivo de los fundamentos biológicos de un sistema acuapónico

- **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 (Intagri 2021).

Hidroponía Mundial

Muchas regiones del mundo, incluyendo Escandinavia, los países del sudeste de Asia, Rusia, Brasil, Japón y Australia, ya utilizan la hidroponía de manera extensa. En los últimos años se ha observado un aumento dramático; la hidroponía está en auge y es popular tanto en América del Norte y del Sur como en Europa. Esta creciente popularidad se debe a los numerosos beneficios que ofrece la hidroponía como método de cultivo (García *et al.* 2020).

Entre ellos se encuentran la eficiencia en el uso del agua, la capacidad de cultivar en espacios reducidos y la posibilidad de obtener cultivos de alta calidad y rendimiento. Además, la hidroponía permite un mayor control sobre los nutrientes y condiciones de crecimiento de las plantas, lo que se traduce en cosechas más saludables y libres de pesticidas. La inversión en hidroponía tiene sentido financiero debido a la alta demanda de productos alimenticios saludables y la disposición de algunos minoristas a pagar un extra por la lechuga producida de esta manera (Rijk 2015).

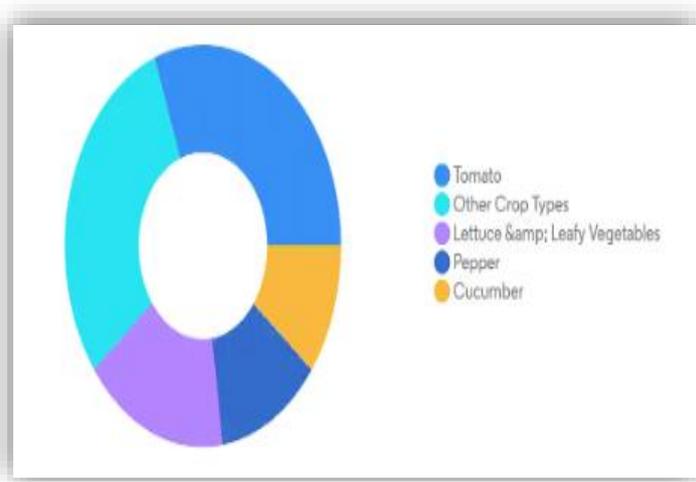


Figura 13. Productos cultivados de forma Hidropónica al rededor del mundo

Fuente: (Rijk 2015)



Figura 14. Mercado hidropónico: tasa de crecimiento por región, 2020

Fuente: (Mordor Inteligente 2023)

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 autores que permitan desarrollos de investigación.

Se identificaron temas relevantes en cultivos hidropónicos sostenibles en el Ecuador. 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 recolectados.

2.3. RESULTADOS

La implementación de cultivos hidropónicos sostenibles en Ecuador como respuesta a los desafíos agrícolas y alimentarios que enfrenta el país y a medida que la población global crece y los recursos naturales se vuelven más escasos, la hidroponía emerge como una solución prometedora para contrarrestar la contaminación, la desertificación, el cambio climático y el crecimiento urbano descontrolado. A través de un minucioso análisis, se ha evidenciado que la hidroponía ofrece ventajas significativas, como un uso eficiente de agua y espacio,

control preciso de nutrientes y condiciones de cultivo, reducción de plagas y enfermedades, y producción constante durante todo el año.

La implementación de la hidroponía en Ecuador, específicamente en cultivos como lechuga, fresas y tomates Cherry, es un paso crucial para determinar, qué cultivos son más adecuados para ser cultivados mediante esta técnica, considerando factores como las condiciones climáticas y las demandas del mercado local e internacional. Los cultivos seleccionados, como la lechuga, fresas y tomates Cherry, deben ser aquellos que se beneficien significativamente de las ventajas que ofrece la hidroponía, como un control preciso de nutrientes y condiciones de crecimiento.

Los métodos de hidroponía en solución nutritiva (NFT) y la hidroponía en sistemas modulares o recirculantes, son sistemas que se adaptan de manera óptima a las condiciones del país. Estos métodos permiten un control riguroso de los nutrientes y las variables ambientales, lo que resulta esencial para lograr un crecimiento saludable y una producción exitosa. La composición de soluciones nutritivas, la gestión de la humedad, el pH, la temperatura y la exposición a la luz son aspectos esenciales que influyen en el rendimiento y la calidad de los cultivos.

2.4. DISCUSION DE RESULTADOS

En Ecuador, los cultivos hidropónicos han ganado popularidad como una alternativa innovadora para la producción de alimentos en condiciones climáticas diversas y limitaciones de tierra. Entre los principales cultivos hidropónicos destacan lechugas de diferentes variedades, fresas y tomates, pepino entre otros estos sistemas permiten un mayor control de nutrientes y agua, reducen el uso de pesticidas y optimizan los recursos, y la tecnología hidropónica ha demostrado ser especialmente beneficiosa en regiones donde los suelos pueden ser problemáticos o donde se busca maximizar la producción en espacios reducidos, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola del país.

Estos factores son los que determinan el tipo de alimentos que se cultivan en el contexto ecuatoriano los cuales son la lechuga, el tomate y las fresas, pepino entre otros según (Rosa y Jimmy 2020). Ecuador es un país diverso en términos de clima y cultivos; sin embargo, encontrar la forma más eficiente de cultivarlos es un desafío por muchas razones, incluyendo el tipo de cultivo, la temperatura, las dificultades meteorológicas, la humedad, el suelo y las plagas, tal como lo dijo (Cázares 2004).

Los métodos adecuados para la producción de cultivos hidropónicos en el Ecuador incluyen la selección cuidadosa de cultivos adecuados para este sistema, la optimización de soluciones nutritivas adaptadas a las características del sustrato ya las necesidades de las plantas, y la implementación de sistemas de recirculación eficientes que permiten el uso sostenible del agua. Además, considerando las condiciones climáticas del país, es esencial la implementación de estructuras de invernadero que protejan los cultivos de eventos climáticos extremos. La capacitación constante de los agricultores en hidropónicas actualizadas y la investigación continua son factores clave para prácticas maximizar la productividad y la sostenibilidad de esta forma innovadora de agricultura en el Ecuador. Este enfoque hidropónico brinda la oportunidad de generar y comercializar estos cultivos en el mercado local (Jumbo 2016).

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

Mediante esta investigación se puede concluir que la falta de estudios exhaustivos sobre la implementación de cultivos hidropónicos en Ecuador, lo que ha limitado la comprensión de sus oportunidades y desafíos específicos en el contexto local. A pesar de la falta de interés institucional y capacitación periódica, la hidroponía ha comenzado a ganar terreno en el país, especialmente en el cultivo de hortalizas como lechuga, fresas y tomates Cherry, pepino, papa y perejil. Además, se subraya la importancia de seleccionar adecuadamente los métodos de hidroponía según las condiciones locales y las demandas del mercado.

La implementación exitosa de la hidroponía en Ecuador se alinea con los objetivos de seguridad alimentaria, sostenibilidad agrícola y desarrollo económico. La investigación revela la factibilidad de establecer sistemas hidropónicos en diversas regiones del país, mejorando la calidad y disponibilidad de alimentos frescos, reduciendo la dependencia de factores climáticos y contribuyendo a la preservación del medio ambiente. En este sentido, se resalta la necesidad de inversiones y capacitación continua para que la hidroponía se convierta en una práctica agrícola común y exitosa en el país, también podemos mencionar que en Ecuador hay provincias como pichincha, Loja y Tungurahua que han implementado los cultivos hidropónicos. En definitiva, la tesina enfatiza que la implementación de cultivos hidropónicos sostenibles tiene el potencial de transformar el panorama agrícola ecuatoriano y mejorar la seguridad alimentaria en el futuro.

3.2. RECOMENDACIONES

Enfocar en identificar barreras técnicas y logísticas para implementar la hidroponía en la agricultura ecuatoriana, se sugiere tomar las siguientes medidas con el fin de superar dichos desafíos. En primer lugar, es esencial desarrollar manuales técnicos detallados y de fácil acceso que ofrezcan orientación específica para la implementación de la hidroponía, adaptados a las condiciones y cultivos locales.

Crear programas de capacitación especializada en colaboración con expertos y entidades educativas que puedan permitir transmitir de manera efectiva los conocimientos técnicos y prácticos a los agricultores, trabajadores agrícolas y extensionistas rurales. La creación de redes de apoyo y comunidades de práctica también resulta fundamental para que los involucrados puedan compartir experiencias y soluciones.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Acosta, Q. 2017. Efecto Del Tipo De Cultivo Y La Temperatura Sobre La Capacidad Antioxidante Del Tomate Variedad cherry (Solanum lycopersicum var. cerasiforme) (En Línea). Tesis Lic. Nutricion. Lima, Perú, Universidad Alas Peruanas. Consultado el 11 de agosto. 2023. Disponible en: https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/2271/Tesis_Cultivo_Antioxidante.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Agrotendencia. 2019. Cultivo de fresa: cuidados, manejo, plagas y enfermedades. Disponible en <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/frutales/el-cultivo-de-la-fresa-o-frutilla/>

Aprendeciaytecnologia. 2018. ¿Qué es el cultivo aeropónico o aeroponía? (en línea). Consultado 6 Ago. 2023. Disponible en <https://aprendeciaytecnologia.com/2018/11/28/que-es-el-cultivo-aeroponico/>.

Basegoda, A. 2015. Evaluación de sustratos para hidroponía. Universidad Rafael Landívar. Facultad de ciencias ambientales y agrícolas. Licenciatura en ciencias agrícolas con énfasis en cultivos tropicales. Disponible en <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/17/Basegoda-Alex.pdf>

Beltrano y Giménez. 2015. Cultivo en Hidroponía (en línea). La Plata, Chile. Consultado el 16 de julio, 2023. Editorial de la Universidad de la Plata, Chile. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1

Boidi, F; Fassi, A; Osorio, A. 2022. Cultivos Hidroponicos. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rafaela. Disponible en <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/6331/Plantagua%20->

%20Cultivos%20hidrop%C3%B3nicos%20-
%20TESIS%20LOI.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cajo, A. 2016. Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.). universidad técnica de Ambato. Facultad de ciencias agropecuarias. Carrera de ingeniería agronómica. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20413.pdf>

Candarle, P. 2015. Técnicas de acuaponía. Centro Nacional de Desarrollo agrícola, (CENADAC), Dirección de acuicultura. Consultado el 24 de julio, 2023. Disponible en https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/_archivos//00000000_Desarrollos%20Acu%C3%ADcolas/160831_T%C3%A9cnicas%20de%20Acuaponia.pdf.

Carmona, J. 2022. Mejora en la producción y calidad de lechuga. Universidad de Murcia. Escuela Internacional de Doctorado. Disponible en <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/122274/1/Juan%20Carmona%20tesis.pdf>

Castro, A. 2018. El Perejil: información y consejos. Disponible en <https://dajfordogs.com/perejil#:~:text=Contra%20la%20plaga%20de%20pulgones,con%20un%20extracto%20de%20ajo.>

Certis Belchim. 2023. Plagas y enfermedades de la fresa y productos Certis para mantener este cultivo. Disponible en <https://certisbelchim.es/plagas-y-enfermedades-de-la-fresa-y-productos-certis-belchim-para-mantener-este-cultivo/>

Choez, V. 2019. Cultivando lechuga (*Lactuca sativa* L.),. Universidad técnica estatal de Quevedo. Facultad de ciencias agrarias. Carrera de ingeniería agronómica. Disponible en

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38380/1/Tesis-378%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Cer%C3%B3n%20Viana%20Alex%20David.pdf>

Contreras, G. 2021. Efecto del cloruro de lantano en el crecimiento, desarrollo y calidad de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en un sistema de raíz flotante (En línea). Tesis PhD. Texcoco, México, Campus Montecillo. 96 p. Consultado el 20 de julio, 2023. Disponible en http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4656/Contreras_Martinez_G_MC_Edafologia_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

El productor. 2019. Ecuador: Agricultores preocupados por el bajo precio de la fresa. Disponible en <https://elproductor.com/2019/12/ecuador-agricultores-preocupados-por-el-bajo-precio-de-la-fresa/>

El telégrafo. 2019. Papa, un alimento milenario que no pasa de moda. Disponible en <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/papa-alimentomilenario-canar-ecuador#:~:text=El%20cultivo%20y%20producci%C3%B3n%20de,la%20su perchola%20y%20la%20chaucha.>

El universo. 2022. Altos costos de producción de papa en Ecuador, Disponible en <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/altos-costos-de-produccion-de-papa-en-ecuador-desde-la-pandemia-del-covid-19-obligan-a-cambiar-de-linea-de-negocio-en-carchi-nota/#:~:text=La%20papa%20chola%20que%20consumen,100%20quintales%20en%20cada%20viaje.>

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>

- Flores, M. 2018. Evaluación de sustratos y soluciones nutritivas en la producción hidropónica con sustratos sólidos en fresa (*Fragaria x ananassa*). Universidad técnica de Ambato. Facultad de ciencias agropecuarias. Carrera: ingeniería agronómica. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28424/1/Tesis-200%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20585.pdf>
- Flores, P. 2021. Trucos para cultivar tomates cherry en casa. Disponible en <https://www.publico.es/ahorro-consumo-responsable/trucos-para-cultivar-tomates-cherry-en-casa/#:~:text=Se%20trata%20de%20eliminar%20los,saborear%20tus%20propios%20tomates%20cherry.>
- Freire, E; Pujos, M. 2020. Diseño e implementación de un sistema de monitoreo para el control de nutrientes, ph, c.e. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Facultad de mecánica. Carrera de ingeniería mecánica. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14529/1/15T00737.pdf>
- 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_Final_Proyecto_Hidrop%C3%B3nicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Germán, V; Sandoya K; Bosques, J; Vassilaros V. 2022. la producción de lechuga en sistemas hidropónicos a pequeña escala. Disponible en <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1433>
- Germán, V; Sandoya, J; Vassilaros, V. 2022. La producción de lechuga en sistemas hidropónicos a pequeña escala. Disponible en <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1433>

Guerrero, J. 2017. Costos de Producción para la Siembra de Una Hectárea de Pepino. Disponible en https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/299/costos_de_pr oduccion_pepino.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hidroponía. 2015. cultivo de fresa hidropónica. Disponible en <http://hidroponia.mx/cultivo-de-fresa-hidroponica/#:~:text=Gracias%20a%20las%20caracter%C3%ADsticas%20de,considerables%20y%20aumenta%20la%20producci%C3%B3n>
Hidroponía. 2016. Perejil hidropónico, te decimos cómo cultivarlo. Disponible en <https://hidroponia.mx/perejil-hidroponico-te-decimos-como-cultivarlo/>

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC_2020/METODO_ESPAC%202020.pdf

Infoagro. 2017. Enfermedades en hidroponía: Control eficiente. Manejo de enfermedades. 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. Disponible en https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_pepino__parte_i_.asp#:~:text=El%20cultivo%20de%20esta%20hortaliza,la%20producci%C3%B3n%20y%20exportaci%C3%B3n%20aumentan.

Intagri. 2017. La Hidroponía: Cultivos sin Suelo. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>

- Intagri. 2021. Acuaponia: Producción de Plantas y Peces. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/acuaponia-produccion-de-plantas-y-peces>
- Jumbo, Q. 2016. Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de lechugas hidropónicas en la ciudad de Loja (En Línea). Consultado el 18 de Agosto, 2023. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10048>
- Juste, I. 2018. Cómo combatir las plagas del tomate ecológicamente. Disponible en <https://www.ecologiaverde.com/como-combatir-las-plagas-del-tomate-ecologicamente-1319.html#:~:text=Para%20combatirlas%20usa%20sulfato%20de,partes%20afectadas%20que%20veamos%20enseguida.>
- León, H. 2022. Aeroponía e Hidroponía para producir mini tubérculos de papa. Disponible en <https://www.editorialderiego.com/2022/04/aeroponia-e-hidroponia-para-producir-mini-tuberculos-de-papa%EF%BF%BC/>
- Li, T; Hu, Y; Hao, Z; Li, H; Wang, Y. 2018. Comparison of growth and nutrient uptake of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in hydroponic and aquaponic systems. Water. Consultado el 16 de julio, 2023. Yantai Institute of China Agricultural University. Disponible en: <https://www.actahort.org/books/1227/>
- Líderes. 2021. Lechugas hidropónicas se cultivan en Loja. Disponible en <https://www.revistalideres.ec/lideres/lechugas-hidroponicas-cultivan-loja-verdufitness.html>
- Lopez, F. 2021. Cultivo hidropónico de fresas en invernadero. Disponible en <https://inveurop.com/es/cultivo-hidroponico-de-fresas-en-invernadero/>
- López, Q; Gutierrez, U; Morales, L; Yujra, Q; Ticona, H. 2015. Atlas geografico del municipio de El Alto (En Línea). Murillo, Bolivia. 54 p. Consultado el 11 de

agosto. 2023. Disponible en: https://isbn.cloud/9789997447753/atlas-geografico-del-municipio-de-el-alto/#google_vignette

Mazuela, P; Acuña, L; Álvarez, M; Fuentes, A. 2010. Producción y calidad de un tomate cherry en dos tipos de invernadero en cultivo sin suelo. Disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292010000200012#:~:text=El%20tomate%20es%20el%20cultivo,trabaja%20con%20invernaderos%20m%C3%A1s%20sophisticados.

Milton, R. 2018. Respuesta de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) a cuatro soluciones nutritivas, bajo condiciones hidropónicas en invernadero. Universidad central del Ecuador. Facultad de ciencias agrícolas. Carrera de ingeniería agronómica. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16529/1/T-UCE-0004-CAG-024.pdf>

Miranda, M. 2022. Exportación de tomate: panorama general. Disponible en <https://es.producepay.com/blog/exportacion-de-tomate-panorama-general/#:~:text=2020%20fue%20la%20temporada%20con,en%20agosto%20y%20septiembre%2C%20respectivamente.>

Morales, N. 2015. ¿Qué es la Aeroponía?. Red de Especialistas en Agricultura. Recuperado el 12 de julio del 2021. Consultado el 20 de julio, 2023. Disponible: <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). Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/89e33843-a298-47a9-bf90-cbbd05d52a6a/content>

Mordor Intelligence. 2023. Mercado Hidropónico: Crecimiento, Tendencias Y Pronósticos (2023 - 2028). (en línea). Consultado 16 ago. 2023. Disponible

en <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/hydroponics-market>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (s.f.). La Horticultura y Fruticultura en el Ecuador. FAO. Recuperado de: www.fao.org/ag/agn/pfl_report.../Ecuador/Importancereport.doc

Oyervides, J. 2021. Manejo de Cultivo Hidropónico de Pepino. Produccion agrícola inteligente. Disponible en <https://nxtagro.io/manejo-de-cultivo-hidroponico-de-pepino/>

Rijk, Z. 2015. HidroSpecial (En Linea). Revista de Lechuga Hidroponica. 4 p. Consultado el 16 de agosto. 2023. Disponible en: https://www.rijkszwaan.es/sites/default/files/hydro_special_lr.pdf

Rojas, E y Recalde, K. 2023. Implementación de un módulo IoT hidropónico NFT semiautomático con alimentador de nutrientes por control difuso. Tesis Ing. Guayaquil, Ecuador, Universidad Salesiana.144 p. Consultado el 24 de julio, 2023. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24134/1/UPS-GT004203.pdf>

Rosa, P, Jimmy, Q. 2020. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LECHUGAS HIDROPÓNICAS BAJO SISTEMA RAÍZ FLOTANTE EN CLIMA SEMIÁRIDO (En Linea). Revista de Ciencias de la vida: 7-9. Consultado el 18 de agosto. 2023. Disponible en: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/31.2020.09>

Sánchez, A. 2020. ¿Cómo podemos plantar perejil y tener en casa para cocinar?. Disponible en https://amp-rtve-es.cdn.ampproject.org/v/s/amp.rtve.es/television/20201106/plantar-perejil-trucos-jardineria/2053922.shtml?amp_gsa=1&_js_v=a9&usqp=mq331AQIUAKwASCAAgM%3D#amp_tf=De%20%251%24s&aoh=16979458361292&ref

error=https%3A%2F%2Fwww.google.com&share=https%3A%2F%2Fwww.rtve.es%2Ftelevision%2F2021106%2Fplantar-perejil-trucos-jardinaria%2F2053922.shtml

Sanchez, E. 2021. Sistemas Hidropónicos: Programas y Recetas de Soluciones Nutritivas. Fertilizante, concentración, pureza, solubilidad, compatibilidad. Disponible en <https://extension.psu.edu/sistemas-hidroponicos-programas-y-recetas-de-soluciones-nutritivas#:~:text=Enfoque%20completo%20de%20fertilizantes%20solubles&text=Con%20este%20enfoque%2C%20los%20nutrientes,a%20150%20ppm%20de%20nitr%C3%B3geno>.

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

Sembralia. 2023. Nutrición Óptima para las Fresas: Un Enfoque Detallado de la Fertilización en el Cultivo de Fresas en España. Disponible en <https://sembralia.com/blogs/blog/plan-fertilizacion-fresa#:~:text=F%C3%B3sforo%20y%20Potasio%3A%20Estos%20nutrientes,la%20calidad%20de%20las%20fresas>.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2016. Hidroponía ¿Sabes qué es y cómo funciona?. Disponible en <https://www.gob.mx/siap/articulos/hidroponia-sabes-que-es-y-como-funciona>

SIPA (Sistema Integrado Previsional Argentino). 2021. Principales productos agropecuarios. Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/>

Smattcom. 2023. Consulta precios de Perejil y comercialízalo en Smattcom. Disponible en <https://smattcom.com/blog/consulta-precios-y-comercializa-perejil-en->

4.2. ANEXOS

ANEXO 1. Visita de huertos hidropónicos para visualizar las técnicas del sembrado



ANEXO 2. Aquí podemos ver como un sistema hidropónico vertical ya que es muy factible a la hora de cultivar lechuga o fresas.



ANEXO 3. Aquí vemos como dimensionamos el deposito del agua de los cultivos hidropónicos.



ANEXO 4. Procedimos a revisar los sistemas hidroponicos de raiz flotante .

