

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**Evaluación de la Producción de Albahacas y Lechugas Mediante
un Sistema Hidropónico NFT en la Isla San Cristóbal, Galápagos**

Tobias Sebastian Castro Kugele

Gestión Ambiental

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Licenciado en Gestión Ambiental

Puerto Baquerizo Moreno, 21 de mayo de 2023

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Evaluación de la Producción de Albahacas y Lechugas Mediante
un Sistema Hidropónico NFT en la Isla San Cristóbal, Galápagos**

Tobias Sebastian Castro Kugele

Nombre del profesor, Título académico

Antonio León Reyes, PhD.

Puerto Baquerizo Moreno, 21 de mayo de 2023

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Tobias Sebastian Castro Kugele

Código: 00211963

Cédula de identidad: 1718079153

Lugar y fecha: Puerto Baquerizo Moreno, 21 de mayo de 2023

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

La mayoría de hortalizas que se consumen en Galápagos son importadas de Ecuador continental. Esto en torno a una población insular en creciente aumento. Depender de los alimentos (de corta vida en percha) del continente pone en peligro la sustentabilidad alimentaria de la población, además de traer problemas asociados al riesgo ecológico por la introducción de especies invasoras durante su transporte. La solución sería producir estos alimentos en Galápagos. Sin embargo, producir en condiciones insulares, no es tarea fácil, en especial por la falta de agua, insumos agrícolas, poca mano de obra y tecnología en general en las islas. La hidroponía es un sistema agrícola de mucha eficiencia con el uso del agua y de los recursos, además de brindar un rápido crecimiento vegetal y minimiza el riesgo de tener plagas, enfermedades y malas hierbas. Además, de ser un sistema que reduce el uso de la mano de obra para su producción, algo muy limitante en las islas Galápagos. Por ende, mi participación en este proyecto se centra en la producción de albahacas y lechugas usando un sistema hidropónico Nutrient Film Technique (NFT) en la isla San Cristóbal. A lo largo de cinco meses, desde octubre 2022 – febrero 2023. Fui capaz de producir varias plántulas de albahacas y lechugas, que fueron contabilizadas, cuantificadas, medidas y pesadas; con el fin de evaluar su crecimiento y su producción. En total se cosecharon 116 brotes de albahacas y 43 lechugas. Esto sugiere la posibilidad de lograr una producción de hortalizas como albahacas y lechugas a partir del uso de un sistema hidropónico NFT, en la isla San Cristóbal.

Palabras Clave: Galápagos, San Cristóbal, agricultura, hidroponía, Nutrient Film Technique, albahacas, lechugas

ABSTRACT

Most of the vegetables consumed in the Galapagos are imported from mainland Ecuador. Around a local population which is increasing. Dependence on food (with a short shelf lifetime) from the continent endangers the food sustainability of the population, in addition to bringing problems associated with ecological risk due to the introduction of invasive species during its transportation. The solution would be to produce these foods in Galapagos. However, producing in insular conditions is not an easy task, especially due to the lack of fresh water, agricultural inputs, little hand labor and technology in general on the islands. Hydroponics is a very efficient agricultural system with the usage of water and other resources, in addition to providing rapid plant growth and minimizing the risk of pests, diseases and weeds. In addition to being a system that reduces the use of extensive hand labor for its production, something very limiting in the Galapagos Islands. Therefore, my participation in this project focuses on the production of basil and lettuce using a Nutrient Film Technique hydroponic system on San Cristóbal Island. Throughout five months, from October 2022 - February 2023. I was able to produce several basil and lettuce seedlings, which were counted, quantified, measured and weighed; in order to assess its growth and production. In total, 116 basil sprouts and 43 lettuces were harvested. This suggests the possibility of achieving the production of vegetables such as basil and lettuce from the use of an NFT hydroponic system, on San Cristóbal Island.

Key Words: Galápagos, San Cristóbal, agriculture, hydroponics, Nutrient Film Technique, basil, lettuce.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
DESARROLLO DEL TEMA	14
OBJETIVO GENERAL.....	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
METODOLOGÍA.....	14
Área de Estudio.....	14
Actividades	15
RESULTADOS	24
CONCLUSIONES	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rendimiento de Producción de Albahacas y Lechugas. Tasa de Germinación. Número de Plantas Sembradas en el sistema NFT. Ciclo de Cultivo. Tasa de Cosecha. Cantidad Cosechada. Evaluación de Crecimiento de Albahacas y Lechugas. Peso Promedio por Unidad. Medida Promedio por Unidad.....	26
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de funcionamiento de un sistema hidropónico NFT.....	12
Figura 2. Sistema Hidropónico NFT ubicado en propiedad de la USFQ extensión Galápagos al lado del Galápagos Science Center (GSC)	15
Figura 3. Capacitación práctica sobre cómo manejar el sistema hidropónico NFT.....	16
Figura 4. Herramienta principal para medir la conductividad eléctrica y pH de las soluciones nutritivas: Medidor de EC y pH marca Hanna	17
Figura 5. Semillero 16 x 8 con turba; contiene un total de 128 semillas: 64 semillas de albahacas y 64 semillas de lechugas.....	18
Figura 6. Plántula de albahaca con cuatro semanas de germinación, lista para ser trasplantada al sistema NFT	19
Figura 7. NEWPONIA Solución nutritiva A, contiene Nitrógeno, Potasio, Calcio, Hierro que son nutrientes esenciales	20
Figura 8. NEWPONIA Solución B, contiene Magnesio, Molibdeno, Boro, Cobre, Manganeso, Azufre, Fósforo, Zinc que son nutrientes suplementarios.....	21
Figura 9. Medidor marca Hanna, midiendo la conductividad eléctrica a 1.23 mS	22
Figura 10. Medida y pesado de las cosechas de albahacas y lechugas en el laboratorio del Galapagos Science Center (GSC), USFQ.....	23
Figura 11. Sociabilización del proyecto con la comunidad.....	24

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la comida agrícola que se consume en las islas Galápagos proviene de la parte continental. Alrededor del 75% del consumo neto fue importado desde el continente en 2017, y se estima, que, de continuar la tendencia actual, para el año 2037 el porcentaje incrementaría a un 95%, si no se producen cambios en las políticas alimentarias locales (Sampedro, Pizzitutti, Quiroga, Walsh, & Mena, 2020). Esto se debe porque lo que se produce localmente no da abasto suficiente frente a una población local, en creciente aumento, de alrededor de 28,000 habitantes. Sumado a un flujo turístico de más de 200.000 visitantes anuales (también en aumento) en los últimos 10 años, exceptuando 2020 y 2021 debido a la pandemia por COVID-19 y la emergencia sanitaria, social y económica mundial (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2022). Dependiendo de alimentos, de corta vida en percha, que provienen de la parte continental genera un problema para la sustentabilidad y seguridad alimentaria de Galápagos, además de ocasionar problemas asociados con el riesgo ecológico por la introducción de especies invasoras durante su transporte. La solución más sencilla sería producir en Galápagos. Sin embargo, dada las condiciones insulares, no es tarea fácil, especialmente por la falta de agua, insumos agrícolas, poca mano de obra y tecnología en general. Por estas razones, se debe pensar en alternativas para aumentar la producción en las islas, ya que la agricultura tradicional, con el uso del suelo como sustrato, no funciona y genera una debilidad en la sustentabilidad y un problema para la seguridad alimentaria. Una posible solución a este problema, sería implementando sistemas agrícolas alternativos, como lo es la hidroponía, y por lo que se sabe hasta el momento, esta técnica no se practica en la isla San Cristóbal.

La hidroponía, cuyo origen etimológico proviene del griego: hidro ‘agua’ y pónos ‘labor’ (Real Academia Española, s.f.), en pocas palabras significa trabajo en agua. Se

creo que la hidroponía, como técnica, tiene su origen en la antigua Babilonia, en una de las Siete Maravillas del Mundo Antiguo, los Jardines Colgantes, famosos por ser uno de los intentos de éxito de cultivar sin el uso de suelo; además se sabe que esta técnica se utilizaba en la antigua China, Egipto, India, inclusive la cultura Maya y por tribus colindantes que se asentaban en lago Titicaca (Beltrano & Gimenez, 2015). La hidroponía es un sistema agrícola, que se utiliza para cultivar plantas por medio de soluciones acuosas ricas en nutrientes, también, es conocida como el arte de cultivar plantas sin el uso del suelo. Las plantas, a diferencia de lo que se cree popularmente, no necesitan suelo de manera indispensable para crecer. Solo requieren de los nutrientes necesarios para desarrollar su ciclo vital, a través de sus procesos químicos naturales, lo que permite la producción a partir de esta técnica, utilizando los macros y micro nutrientes que las plantas necesitan.

Actualmente, la mezcla entre la hidroponía y la tecnología permiten que esta técnica forme parte de la agricultura inteligente, que es considerada como el futuro de la agricultura, ya que permite varios beneficios en crecimiento vegetal y calidad, además de permitir una mayor producción y parámetros de control más precisos como en los sistemas hidropónicos de tipo Nutrient Film Technique (NFT) (Alipio, Dela Cruz, Doria, & Fruto, 2019). Existen diferentes sistemas hidropónicos, que se dividen principalmente en sistemas activos y pasivos, cuya diferencia radica en el uso del agua, pues en el sistema activo el agua se encuentra en un movimiento constante y en el pasivo el agua queda quieta y corre el riesgo de estancar (Pratesi, 2022). Para este trabajo me centré principalmente en el manejo de un Sistema Hidropónico de Nutrient Film Technique (NFT) o, como se lo conoce en español, Técnica de Película Nutritiva. El sistema hidropónico NFT consiste en una técnica en la que una corriente de agua nutritiva de poca cantidad que simula la apariencia de una “película” o un pequeño arroyo alimenta una

estructura en donde se encuentran las plantas que se deseen cultivar quienes se alimentan cuando sus raíces tocan la solución nutritiva. El agua se mueve a través de canales simulando un riachuelo en una estructura conformada generalmente de tubos PVC, en un armazón ligero que suspende las tuberías en forma horizontal y con una leve inclinación para que la solución nutritiva, que es enviada desde un tanque (generalmente enterrado en suelo) a través de una bomba hacia la parte más elevada de la estructura, pueda reintegrarse de regreso al tanque por gravedad y en su proceso servir en: a) alimentar y estimular el crecimiento de las plantas; y b) oxigenar el agua mediante la recirculación para que esta no se estanque.

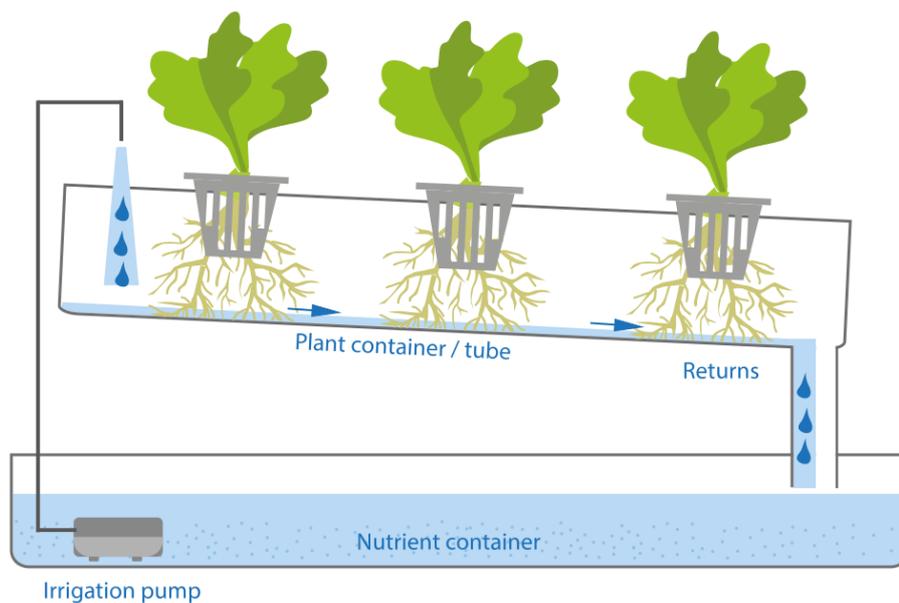


Figura 1. Modelo de funcionamiento de un sistema hidropónico NFT.

Fuente: imagen obtenida de: <https://www.hydroponic-urban-gardening.com/fileadmin/intern/hydroponik-systeme/NFT-Naehrstoff-Film-Technik/NFT-nutrient-film-technique.svg> , 2023

La hidroponía tiene varios beneficios, en comparación con otros métodos de agricultura convencionales. Mantiene un uso eficiente en el uso del agua, ya que no se pierde durante la filtración como ocurre en la agricultura convencional; ofrece un crecimiento vegetal rápido y controlado, que permite tener hortalizas más grandes en

menor tiempo, además de poder cosechar varias veces; reduce el riesgo de tener plagas, enfermedades y malas hierbas, ya que, al formar parte de un sistema y un área bastante compacto, facilita su control entre muchos otros beneficios.

Para este trabajo, me centré en la producción de dos hortalizas, albahacas y lechugas, en la isla San Cristóbal para lograr determinar la factibilidad de producir hortalizas en Galápagos con un Sistema Hidropónico NFT que ya se encontraba armado en propiedad de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) extensión Galápagos. Este proyecto nace de la idea del profesor Antonio León Reyes de iniciar con el primer estudio para implementar la hidroponía como una técnica de cultivo sustentable en la isla San Cristóbal. Llevar a cabo este trabajo requería de un compromiso muy grande, ya que para poder garantizar el correcto funcionamiento del sistema NFT se requería de un constante monitoreo, que junto con el apoyo y conocimientos del profesor Antonio León Reyes logramos llevar a cabo. Es así como a lo largo de cinco meses trabajé de manera constante para ayudar a llevar a cabo este proyecto realizando diversas actividades que se debían realizar para lograr el objetivo general y los específicos.

DESARROLLO DEL TEMA

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el crecimiento y la producción de albahacas y lechugas usando el sistema hidropónico NFT en la isla San Cristóbal en 60 horas de asistencia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la factibilidad de producción de albahacas y lechugas en un sistema NFT en San Cristóbal
- Evaluar el crecimiento de albahacas y lechugas midiendo el tallo y peso
- Medir el rendimiento de producción de albahacas y lechugas por unidad de cosecha

METODOLOGÍA

Área de Estudio

El sistema hidropónico NFT, ya se encontraba armado cuando formé parte de este proyecto, en un sitio no utilizado y propiedad de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) extensión Galápagos en la isla San Cristóbal. La isla San Cristóbal, se encuentra ubicada en la parte oriental del archipiélago de Galápagos, es la más cercana al continente ecuatoriano, la quinta isla más grande con una superficie de 557 km², y cuenta con la segunda población más extensa con aproximadamente 5,400 residentes (Galapagos Conservancy, 2023). Al ser una isla cuenta una geología bastante particular, cuenta con distintos, denominados, “pisos climáticos” que les dan características únicas a las islas, en San Cristóbal prevalece principalmente tres zonas muy importantes que son; la zona húmeda, ubicada a partir de los 300 msnm aproximadamente; la zona seca, por debajo de los 200 msnm y la zona de transición entre los 200 ~ 300 msnm (Fundación Charles

Darwin, 2023). A parte de ello los pisos climáticos se subdividen de forma ascendente en zonas de vegetación, que son: zona costera, árida, transición, escalesia, marrón, miconia y pampa. El trabajo de estudio se llevó a cabo en las tierras bajas secas de la isla en una zona costera-árida. La climatología de San Cristóbal es tropical con inviernos calientes y secos, y con veranos húmedos con una precipitación mayor que en invierno; las temperaturas son de aproximadamente 25 a 30 °C (World Meteorological Organization, 2022) durante la ejecución de mis horas de asistencia entre los meses de octubre 2022 – febrero 2023, que corresponden a la transición entre el invierno y verano de la isla.



Figura 2. Sistema Hidropónico NFT ubicado en propiedad de la USFQ extensión Galápagos al lado del Galápagos Science Center (GSC).

Fuente: elaborado por el autor, 2023

Actividades

El primer paso consistía en realizar una capacitación junto con el profesor e ingeniero agrónomo Antonio León Reyes, para “empaparnos” en el mundo de la

hidroponía. Recibimos una capacitación teórica en la que aprendimos conceptos básicos sobre el funcionamiento del ciclo vital de las plantas y los componentes nutritivos que necesitan las plantas para poder crecer. Después, hicimos una capacitación práctica en la que aprendimos a manejar el sistema hidropónico NFT, como utilizar las herramientas para mantener el buen funcionamiento del sistema, y además como fumigar las plantas en caso de que se presente alguna plaga, enfermedad o malas hierbas.



Figura 3. Capacitación práctica sobre cómo manejar el sistema hidropónico NFT.

Fuente: foto tomada por Antonio León Reyes, 2022



Figura 4. Herramienta principal para medir la conductividad eléctrica y pH de las soluciones nutritivas: Medidor de EC y pH marca Hanna.

Fuente: elaborado por el autor, 2022

El segundo paso consistió en conseguir varias clases de semillas con la ayuda de proveedores locales y repartirnos entre el equipo de trabajo diferentes hortalizas para evaluar la producción de cada una, por lo mismo a mí me tocó estar a cargo de la producción, monitoreo y cosecha de plántulas de albahacas y lechugas. Por consiguiente, se procedió a sembrar las semillas de albahacas y lechugas en semilleros con turba, para facilitar la germinación, de 16 x 8 dando un total 128 semillas, repartidas en partes iguales de albahacas y lechugas, 64 semillas cada especie.



Figura 5. Semillero 16 x 8 con turba; contiene un total de 128 semillas: 64 semillas de albahacas y 64 semillas de lechugas.

Fuente: elaborado por el autor, 2022

Pasadas unas 4 semanas de germinación y cuando las plántulas ya poseían un tamaño ideal, se trasplantaron las albahacas y lechugas al sistema NFT.



Figura 6. Plántula de albahaca con cuatro semanas de germinación, lista para ser trasplantada al sistema NFT.

Fuente: elaborado por el autor, 2022

Una vez trasplantadas las plántulas de albahacas y lechugas al sistema NFT a lo largo de 4 ~ 6 semanas antes de cosecharlas, se realizaban varias actividades de monitoreo y mantenimiento para garantizar el correcto funcionamiento del sistema hidropónico NFT, que consistía principalmente en:

- 1) Alimentar el sistema hidropónico con las soluciones madres de nutrientes con los nutrientes NEWPONIA *Solución A* y *B*, que contienen los elementos minerales primordiales, responsables para el crecimiento de las hortalizas.



Figura 7. NEWPONIA Solución nutritiva A, contiene Nitrógeno, Potasio, Calcio, Hierro que son nutrientes esenciales.

Fuente: elaborado por el autor, 2023



Figura 8. NEWPONIA Solución B, contiene Magnesio, Molibdeno, Boro, Cobre, Manganeso, Azufre, Fósforo, Zinc que son nutrientes suplementarios.

Fuente: elaborado por el autor, 2023

- 2) Medir la Conductividad Eléctrica (EC) en mili Siems (mS), y el pH de las soluciones nutritivas, para verificar que se encuentre en los rangos adecuados para controlar y garantizar el crecimiento saludable de las plántulas de albahaca y lechugas. Las albahacas y lechugas son plantas muy similares en la cantidad de nutrientes que requieren para crecer de manera óptima y esta tiende a encontrarse en aproximadamente entre 1,0 ~ 1,2 mS de EC, y entre un 5,5 ~ 6,5 de pH.



Figura 9. Medidor marca Hanna, midiendo la conductividad eléctrica a 1.23 mS

Fuente: elaborado por el autor, 2022

- 3) Dependiendo el tamaño de las raíces, estas podían tapan el sistema de tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC), por lo que para evitar un estancamiento o pérdida de agua por desborde se debía cortar las raíces de las plántulas, ya que ello no afecta el crecimiento de la planta y permite que el sistema NFT pueda trabajar sin problemas.

Al cabo de 4 ~ 6 semanas de pasar del estado vegetativo a la etapa de crecimiento de las plántulas de albahacas y lechugas se procedía a cosecharlas respectivamente. En el caso de las albahacas se cortaban sus ramas a partir de 12 cm contabilizados desde la base de la planta, ya que, al ser cortadas sus ramas, se estimula el crecimiento de nuevas ramas que podrán ser cosechadas tiempo después de la misma planta. En el caso de las lechugas, se cosechaba por completo toda la planta.

Una vez cosechadas las albahacas y lechugas, estas se procedían inmediatamente a contabilizar, cuantificar, medir y pesar respectivamente, luego de pasar ese proceso se las empacaba para repartirlas con los participantes principales del proyecto, con el staff del Galápagos Science Center (GSC) y con el staff de la USFQ campus Galápagos y posteriormente evaluar su calidad basado en el sabor.



Figura 10. Medida y pesado de las cosechas de albahacas y lechugas en el laboratorio del Galapagos Science Center (GSC), USFQ

Fuente: foto tomada por Ariel Pilla, 2022

Por último, una actividad que se realizaba de vez en cuando consistía en sociabilizar el proyecto hidropónico NFT con la comunidad y las personas que se acercaban a preguntar y aprender sobre el proyecto de forma espontánea.

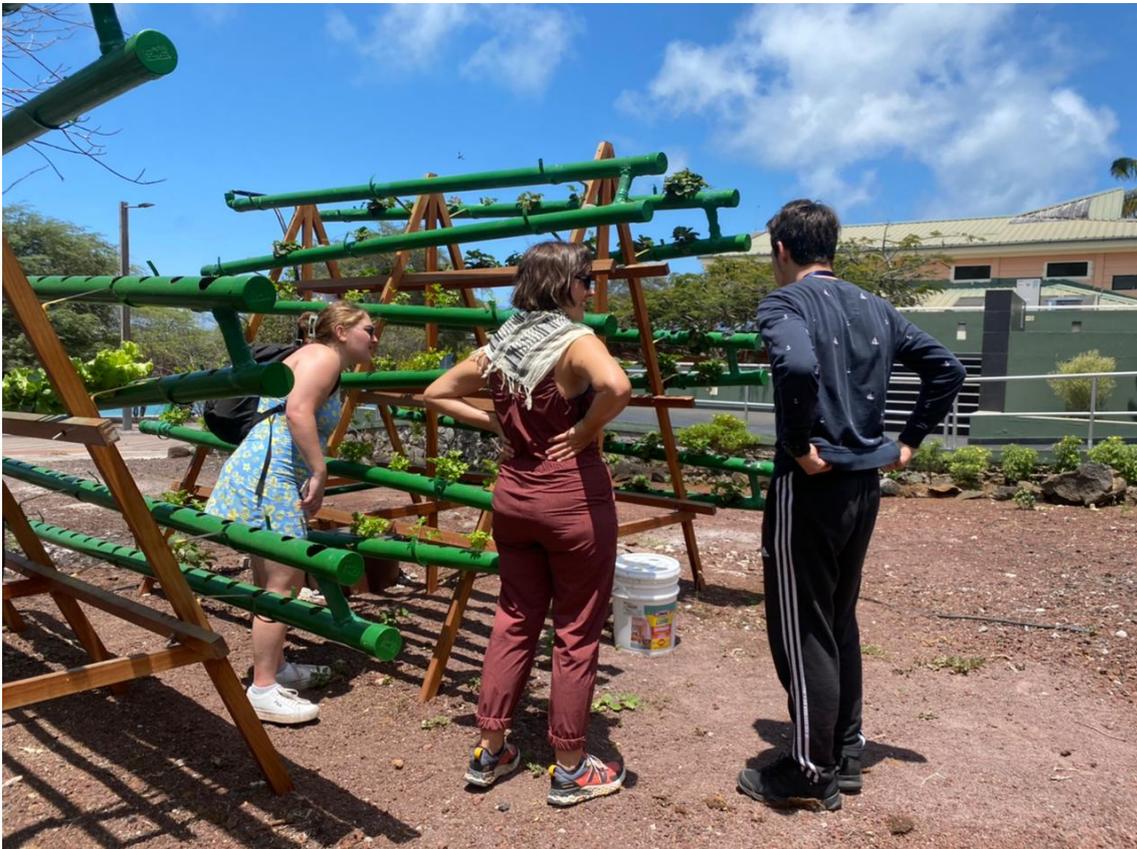


Figura 11. Sociabilización del proyecto con la comunidad

Fuente: foto tomada por Anaís Suntaxi, 2022

RESULTADOS

Durante el transcurso de las 60 horas de asistencia en el proyecto hidropónico NFT en la isla San Cristóbal se obtuvo algunos resultados. Estos resultados son importantes ya que sugieren que es factible cultivar con un sistema hidropónico NFT en la isla San Cristóbal.

De las 64 semillas de albahacas que se sembraron en los semilleros, 45 plántulas de albahacas germinaron y se lograron trasplantar al sistema hidropónico NFT. Dando como

resultado una tasa del 70,31% de éxito de germinación. De las 45 plántulas que fueron trasplantadas al sistema hidropónico NFT se lograron cosechar el 257%. Como las albahacas vuelven a tener nuevos brotes se lograron cosechar entre dos a tres brotes por plántula en los cinco meses que duró mi participación en el proyecto. Para compararlo un poco con la literatura, las albahacas al ser plantas perennes pueden ser cortadas entre 3 ~ 5 veces al año (Simon, 1998), (Directorate Plant Production, 2012). En total, se cosecharon 116 brotes de albahacas a lo largo de 18 semanas promediando 2,57 brotes por cada unidad plántula de albahaca durante este periodo de tiempo. Desde que fueron sembradas las semillas en promedio tardaban 4 ~ 4,5 semanas en tener el tamaño suficiente para ser trasplantadas a la estructura NFT. El tiempo de crecimiento para cosechar los primeros brotes fue de 4 ~ 5,5 semanas, promediando así un crecimiento de aproximadamente 8 ~ 10 semanas desde su germinación; esto es un rendimiento muy bueno ya que se asemeja al crecimiento de 4 ~ 7 semanas desde su trasplante que realizaron un grupo de ingenieros agrónomos de Egipto (El-Sayed *et al.* 2021). El tiempo de crecimiento del segundo brote que se cosecharon fue de 3 ~ 4 semanas. El tiempo de crecimiento del tercer brote también fue de 3 ~ 4 semanas. Se midieron y pesaron 177 ramas de albahaca. En promedio, los tallos de albahaca (cortadas a partir de 12 cm desde la base de la planta) fue de 25,347 centímetros y tenían un peso promedio de 26,090 gramos.

De las 64 semillas de lechugas que se sembraron, se lograron germinar 40 plántulas dando una tasa de germinación del 62,5%. Estas 40 plántulas de lechugas fueron trasplantadas al sistema hidropónico NFT después de 4 semanas de germinación. Sin embargo, solo 27 plántulas se encontraban en condiciones y tamaños óptimos para ser trasplantadas a la estructura NFT, por lo que solo las 27 sobrevivieron. Los 13 restantes se secaron por el calor al tener tamaños muy pequeños y no lograr tocar la solución nutritiva con sus raíces

ya que fueron trasplantadas muy temprano. Otras 16 lechugas ya se encontraban en el sistema NFT y fueron cosechadas al cabo de 10 semanas desde su germinación y no se tomaron sus datos porque no tuvieron el control necesario para calificar el rendimiento real del sistema NFT. De las 27 plántulas que sí lograron sobrevivir se logró cosechar todas dando como resultado un total de 43 lechugas cosechadas y un 100% de efectividad en la producción con el sistema NFT. Las 27 lechugas que se cosecharon mientras estuve a cargo de la producción fueron medidas y pesadas. En promedio, las medidas de los tallos de las plántulas de lechugas cresas fueron de 24 centímetros y el peso promedio fue de 115 gramos. Resultados que sugieren que hubo un buen crecimiento por parte de las plántulas de lechuga.

Tabla 1. Rendimiento de Producción de Albahacas y Lechugas. Tasa de Germinación. Número de Plantas Sembradas en el sistema NFT. Ciclo de Cultivo. Tasa de Cosecha. Cantidad Cosechada. Evaluación de Crecimiento de Albahacas y Lechugas. Peso Promedio por Unidad. Medida Promedio por Unidad.

RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN					
<i>Hortaliza</i>	<i>Tasa de Germinación</i>	<i>Núm. de Plantas Sembradas en NFT</i>	<i>Ciclo de Cultivo</i>	<i>Tasa de Cosecha</i>	<i>Cantidad Cosechada</i>
Albahaca	70,31%	45	8 ~ 10 sem.	257%	116 (brotes) de 45 Plántulas
Lechuga	62,5%	43	8 ~ 10 sem.	100%	43
EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO					
<i>Hortaliza</i>	<i>Peso Promedio x Unidad (en gramos)</i>		<i>Medida Promedio x Unidad (en centímetros)</i>		
Albahaca	26 g		25 cm		
Lechuga	115 g		24 cm		

Fuente: elaborado por el autor, 2023

CONCLUSIONES

Se obtuvo varias conclusiones en la duración de las horas de asistencia en este proyecto. La principal y más importante es que, basándose en los resultados, el sistema hidropónico NFT es bastante eficiente y es una solución viable que permite la producción de plántulas de albahacas y lechugas en regiones que poseen una geología y climatología insular como lo son las islas Galápagos. Durante las horas de asistencia del proyecto, pude observar que este tipo de trabajo requiere de un gran compromiso para poder cumplir con los objetivos, dado que siempre hay que estar pendiente del proyecto y del sistema hidropónico NFT para que funcione de manera óptima y en buenas condiciones. Puedo concluir también, que sí se puede practicar hidroponía en la isla San Cristóbal, ya que sí se pudo obtener las semillas de manera local junto con todos los materiales y suministros que se requieren para llevar a cabo la actividad y cumplir con los objetivos. Gracias a los resultados obtenidos se pudo evaluar el crecimiento y se pudo medir el rendimiento de producción de albahacas y lechugas, que se encuentran dentro de un rango prometedor, ya que, en la duración de mis horas de asistencia, se logró cosechar entre dos hasta tres veces los brotes de las albahacas y las unidades de lechugas teniendo en cuenta el compromiso y el cuidado que se debe tener para conseguir las metas. Sin embargo, sugiero que se debería hacer un trabajo más extenso y una investigación más exhaustiva que permita comprender más a fondo la realidad y la efectividad de producir hortalizas como la albahaca y la lechuga en un sistema hidropónico NFT a lo largo del tiempo y con otros sistemas de producción hidropónicos. Por lo pronto, se lograron obtener resultados muy positivos, que abren la puerta a la posibilidad de aplicar este método de agricultura con diferentes especies de hortalizas e incluso frutas para producir en Galápagos, además de poder realizar esta actividad en una escala mayor que no solo sea capaz de abastecer a un pequeño grupo de personas, sino a una parte de la población local más importante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Directorate Plant Production. (2012). *Basil Production*. Pretoria, South Africa: Directorate Communication Services: Department of Agriculture, Forestry and Fisheries.
- Alipio, M. I., Dela Cruz, A. E., Doria, J. D., & Fruto, R. M. (2019). On the design of Nutrient Film Technique hydroponics farm for smart agriculture. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 12(3), 315-324. doi:10.1016/008
- Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (2015). *Cultivo en Hidroponía*. Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata.
- Dirección del Parque Nacional Galápagos. (2022). *Informe Anual Ingreso de Visitantes a las Áreas Protegidas de Galápagos del año 2022*. Puerto Ayora, Galápagos - Ecuador: Dirección del Parque Nacional Galápagos. Retrieved from https://galapagos.gob.ec/wp-content/uploads/2023/02/INFORME_ANUAL_VISITANTES_2022_DUP.pdf
- El-Sayed, K., Bahnasawy, A., Abass, W., Morsy, O., El-Ghobashy, H., Shaban, Y., & Egela, M. (2021). Production of basil (*Ocimum basilicum* L.) under different soilless cultures. *Scientific Reports*, 11(12754). Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91986-7>
- Fundación Charles Darwin. (2023). *Base de datos climatológicos*. Retrieved marzo 3, 2023, from <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/clima>
- Galapagos Conservancy. (2023). *San Cristobal Island*. Retrieved marzo 3, 2023, from https://www.galapagos.org/about_galapagos/the-islands/san-cristobal-island/
- Pratesi, N. (2022). *Hidroponía: Guía Completa para Principiantes*.

Real Academia Española. (s.f.). Hidroponía. *Diccionario de la lengua española*.

Retrieved marzo 02, 2023, from <https://dle.rae.es/hidropon%C3%ADa>

Sampedro, C., Pizzitutti, F., Quiroga, D., Walsh, S., & Mena, C. (2020). Food supply system dynamics in the Galapagos Islands: agriculture, livestock and imports. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35(3), 234-248.

doi:10.1017/S1742170518000534

Simon, J. E. (1998, febrero 23). *Basil*. Retrieved from Purdue University:

<https://www.hort.purdue.edu/newcrop/CropFactSheets/basil.html>

World Meteorological Organization. (2022, junio 17). *San Cristóbal - Galápagos*.

Retrieved marzo 3, 2023, from

<https://worldweather.wmo.int/en/city.html?cityId=2049>