

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**Sistema Hidropónico – Kratky; una forma alterna de cultivar
vegetales y frutas en la isla San Cristóbal, Galápagos.**

Harold Fernando Maldonado Andrade

Gestión Ambiental

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
Para la obtención del título de
Licenciatura en Gestión Ambiental

San Cristóbal, 24 de marzo de 2023

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Sistema Hidropónico – Kratky; una forma alterna de cultivar
vegetales y frutas en la isla San Cristóbal, Galápagos.**

Harold Fernando Maldonado Andrade

Nombre del profesor, Título académico Antonio León Reyes, PHD en biología
de plantas

Quito, 24 de marzo 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: Harold Fernando Maldonado Andrade

Código: 00202735

Cédula de identidad: 0926282591

Lugar y fecha: San Cristóbal, 24 de marzo 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UNPUBLISHED DOCUMENT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

El cultivo en la hidroponía es una modalidad que maneja a las plantas de una forma distinta a la habitual, esta permite el cultivo de plantas, sin requerimiento del suelo, mediante esta técnica de cultivo se pueden producir diferentes especies de plantas donde se aprovechan sitios y/o áreas poco o no convencionales, hoy en día la hidroponía se presenta como una solución a la disminución de zonas agrícolas en la isla San Cristóbal, producida por diversos motivos. Así como también la obtención de estos mismos productos pero de la parte continental, los cuales generan un impacto ambiental al correr el riesgo de introducción de especies invasoras, y de igual forma identificar los costos que estos producen al ser ingresados y a la venta, para de esta forma analizar los beneficios que este sistema hidropónico nos genera.

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar si la hidroponía podría ser una solución al problema que se presenta en las islas Galápagos, Durante el desarrollo del proyecto, se realizarán investigaciones de que especies vegetal es más compatible con el sistema hidropónico – Kratky, diferencias de tiempo para su desarrollo, así como también la calidad de los frutos.

Palabras claves: Kratky, sistema hidropónico, nutrientes, pH.

ABSTRACT

Cultivation in hydroponics is a modality that manages plants in a different way than usual, it allows the cultivation of plants, without soil requirement, through this cultivation technique different species of plants can be produced where sites and / or unconventional or unconventional areas, today hydroponics is presented as a solution to the decrease in agricultural areas on San Cristóbal Island, produced for various reasons. As well as obtaining these same products but from the continental part, which generate an environmental impact by running the risk of introducing invasive species, and likewise identify the costs that these produce when they are entered and on sale, in order to In this way, analyze the benefits that this hydroponic system generates for us.

The main objective of this work is to evaluate if hydroponics could be a solution to the problem that occurs in the Galapagos Islands. During the development of the project, research will be carried out on which plant species is more compatible with the hydroponic system - Kratky, differences in time for its development, as well as the quality of the fruits.

Keywords: Kratky, hydroponic system, nutrients, pH.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

Resumen.....	4
Introducción	9
OBJETIVOS	10
¿Qué es la hidroponía?	11
La hidroponía en la cultura antigua.....	11
Sistema hidropónico - método Kratky.....	12
Solucion nutritiva	13
Clasificación de hortalizas o herbáceas	13
Funcionamiento del método kratky	14
Desarrollo del Tema.....	15
METODOLOGIA	15
ANALISIS	18
Cantidades de solución nutritiva	18
Regulación de pH	19
Plagas.....	20
RESULTADOS	21
Naranjilla.....	22
Poca absorción de micro elementos	24
Hierba buena.....	26
Plagas y problemas o alteraciones	28
Conclusiones	29
Referencias bibliográficas.....	32
Bibliografía.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Nombres y cantidades de las plantas a usar	16
Tabla 2 Ilustración de fechas en plantas cultivadas, fecha de germinación, fecha de trasplante y cantidad de nutrientes.....	17
Tabla 3 Elementos que se ven afectados por un pH alto o bajo.	20
Tabla 4 Muestra de fechas, nutrientes y observaciones de la evolución de la planta	25
Tabla 5 crecimiento de la naranjilla en tres periodos, no se puede obtener datos de sus frutos al estar aun en crecimiento.	26
Tabla 6 Proceso de evolución de la planta.....	27
Tabla 7 crecimiento de la hierba buena, tamaño de inicio y peso, tamaño de medio tiempo y tamaños y peso de primera cosecha	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Tabla de pH.....	20
Ilustración 2 10-11-2022 proceso de adaptación	22
Ilustración 3 20-11-2022 no presenta alteración.....	22
Ilustración 4 01-11-2022 perdida del ejemplar.	22
Ilustración 5 20-12-2022 transplante al sistema kratky.	25
Ilustración 6 evaluacion de estado 31-12-2022 a 09-01-2023 nutrientes 1.01 ms.....	25
Ilustración 7 10-01-2023 estado de la planta con nutrientes 1.51 ms	25
Ilustración 8 20-12-2022 proceso de adaptacion3	27
Ilustración 9 1-12-2022 a 09-01-2023 nivel de nutriente 1 ms.....	27
Ilustración 10 10-01-2023 fin de nutrientes 1.02 ms	27
Ilustración 11 Preciencia biología externa en el kratky	28
Ilustración 12 raices afectadas por esta presencia.....	28
Ilustración 14 Muestra de los patogenos o seres que propagó a la planta	28
Ilustración 13 Muestra de para estudios.....	28

INTRODUCCIÓN

Este proyecto será gestionado y elaborado dentro del campus Universidad San Francisco de Quito extensión GAIAS, en la parte lateral de la misma, frente a playa man, lugar situado en la isla San Cristóbal Galápagos, con el seguimiento del tutor Antonio reyes, quien dirige este proyecto hidropónico.

El sistema de cultivo hidropónico, es una nueva técnica de diferente manejo y cultivo de plantas hortalizas o herbáceas, esta modalidad permite el desarrollo para el cultivo de plantas sin necesidad de uso del suelo, de esta forma se administra más espacio y se aprovecha al máximo estos sitios para ejercer una mayor cantidad de cultivo hidropónico, cabe aclarar que no se perderá, ni se obviarán las necesidades básicas de la especie vegetal para su desarrollo, siendo estas: luz solar, temperatura, agua y nutrientes. Sin embargo, en este sistema hidropónico los minerales básicos serán proveídos por soluciones nutritivas que ayudarán de mejor forma al desarrollo de las especies vegetales que se estén cultivando, los beneficios que provee dicha solución nutritiva es que puede duplicar el rendimiento de los cultivos en comparación de los que estén en el suelo, ayudando a la planta en nutrientes, agua, regulación de pH, temperatura de ambiente, control de plagas, entre otros factores.

Actualmente la hidroponía es una de las soluciones al desarrollo y uso de nuevas técnicas para cultivo, debido a que existe una considerable disminución de zonas agrícolas que se están generando por contaminaciones, crecimiento poblacional, cambio climático, etc.

OBJETIVOS

- **Desarrollar un Sistema hidropónico Kratky en la isla San Cristóbal con 3 especies de plantas distintas.**

Para poder reconocer si el sistema es factible para las islas, conocer sus ventajas.

- **Comparar la calidad y tiempo de cosecha hidropónica ante el cultivo habitual.**

Poder reconocer que el sistema hidropónico produce frutos efectivamente saludables y de buena calidad, apreciar el tamaño, color, sabor y la rapidez que toma a cada planta cosechar.

¿QUÉ ES LA HIDROPONÍA?

La palabra hidroponía proviene del griego **hidro** (agua) y **ponos** (labor o trabajo), lo que se traduciría como **trabajo en agua**, pese a este significado, actualmente se la denomina como **cultivo sin suelo**, siendo que la hidroponía es un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas sin necesidad de hacer usos del suelo, donde permite el cultivo de plantas herbáceas u hortalizas en estructuras complejas o simples sin distinguir el lugar y a su vez aprovecha al máximo este espacio. Siguiendo este concepto se ha desarrollado técnicas para un mejor bienestar de la planta, el sistema de cultivo hidropónico al encontrarse aislado del suelo, es posible aplicar los nutrientes requeridos de la planta a través del agua y solución nutritiva, se puede obtener cosechas de especies vegetales de buena calidad y sanidad.

La hidroponía no es una metodología actual, sin embargo, de la ha desarrollado aún más, ya que las antiguas culturas usaron esta técnica como fin de subsistencia y sostenibilidad alimenticia, el desarrollo actual de esta metodología, tiene como principio el uso mínimo de espacio, mínimo de agua, pero máxima producción y calidad de producto final.

LA HIDROPONÍA EN LA CULTURA ANTIGUA

Cuando se hace mención a la hidroponía, por lo general se entiende de grandes espacios de cultivo y sobre todo que es una innovación actual para el desarrollo de las actividades agrícolas en las comunidades de un punto en específico, sin embargo, la hidroponía no es una innovación moderna, ya que su origen proviene desde la antigüedad, para ser cercanos, desde las culturas que se originaron antes de Cristo, siendo desarrollada de formas más simples y probablemente no con fines de cultivo desde sus inicios. Unos ejemplos son; los jardines colgantes de Babilonia y los jardines flotantes de los Aztecas, siendo considerados

actualmente como el primer sistema hidropónico y el primer cultivo hidropónico que se han tenido conocimiento hasta el momento, el mantenimiento y producción de estos sistemas se debió gracias a su irrigación continua que producida anualmente, por un lado los jardines de babilonia se mantenían debido que las especies estaban plantadas de forma escalonada, para regarlas, el agua era traída desde la orilla del río Éufrates, que se encontraba en las faldas de la montaña. Por otro lado, tenemos a los jardines flotantes de los Aztecas en México, siendo estos los primeros en cultivar con el sistema hidropónico llamados chinampas, las chinampas eran construidas con cañas y bejucos que flotaban en el lago Tenochtitlán – México, estas últimas, se llenaban con lodo proveniente del lago, el cual era rico en minerales orgánicos, por lo que suministraba de nutrientes, y estas eran absorbidas por las raíces de las plantas que estaban en contacto con el agua.

SISTEMA HIDROPÓNICO – MÉTODO KRATKY

El método de cultivo hidropónico Kratky, es un sistema pasivo que proporciona una manera distinta de cultivo para las plantas, de igual forma es un método de bajo costo, debido a que las plantas cultivadas quedan suspendida en una un envase pequeño u olla de red, dentro de un recipiente con agua que contiene los nutrientes que alimentan a la planta, y al ser un método sin circulación no requiere de energía eléctrica, bomba de agua o sistema de circulación de oxígeno, la ventaja que este método tiene al igual que otros sistemas hidropónicas, es que pueden ser realizados desde casa, en espacios pequeños, sin tierras o con tierras infértiles, otra ventaja que brinda es el hecho que al ser aplicada se puede generar productos de calidad, libres de toxinas, por lo tanto de buena sanidad, mismo mismos vegetales que pueden llegar a ser usadas para su comercio y generar economía o consumo propio.

SOLUCION NUTRITIVA

La solución nutritiva que se usa para las plantas cultivadas en el sistema hidropónico, son dos, macro-nutriente y micro-nutrientes, estas ayudan al desarrollo y alimentación de las plantas, desde su proceso de adaptación y trasplante al sistema Kratky hasta su cosecha, de igual forma brinda protección y cuidado de la misma y al mismo tiempo esta se encuentra libre de químicos tóxicos para el ser humano, los elementos que contiene, son;

Macronutrientes

- Nitrógeno (N).
- Fosforo (P).
- Potasio (K).
- Magnesio (Mg).
- Azufre (S).
- Calcio (C).

Micronutrientes

- Hierro (Fe).
- Manganeso (Mn).
- Cobre (Cu).
- Zinc (Zn).
- Boro (B).
- Molibdeno (Mo).
- Cloro (Cl).
- Níquel (Ni).

“El éxito del cultivo hidropónico está determinado por la constitución de dicha solución, la relación existente entre los diferentes iones minerales, la conductividad eléctrica y el pH” (Vasicek, 2015)

CLASIFICACIÓN DE HORTALIZAS O HERBÁCEAS

Existe una gran variedad de plantas que pueden ser cultivadas en la tierra, estas incluyen ciclos cortos, largos, rastreras, hojas, entre otros, de igual forma se pueden producir con normalidad alguna son por medio de semillas otras puede cultivarse por germinaciones de una planta principal, y otras pueden simplemente usarse sus ramas o tallos, sin embargo, lo que marcaría la diferencia referente al cultivo en tierra con el cultivo en el sistema hidropónico comienza desde su semilla, ya que esta requiere de tierra que puede afectar a la planta, los que son de germinaciones pueden ir directamente al sistema hidropónico, por otro lado las facilidades que provee este sistema son; la facilidad control de plaga, su libre contaminación al no usar toxinas, la calidad de las frutas, así como también su tiempo de producción, entre las hortalizas que se pueden cultivar se las clasifican de la siguiente forma;

- H. de raíz. - Betabel, *Beta vulgaris*.
- H. de tallo. - Colinabo, *oleracea var. Gondyloides*.
- H. de hoja. - Ajo, *Allium sativum*
- H. de flores inmaduras-maduras. - Alcachofa, *Cynara scolymus*
- H. de fruto. - Pepino *Cucumis sativus*
- H. de semilla. - Chicharo, *Pisum sativum*

FUNCIONAMIENTO DEL MÉTODO KRATKY

Pareciera que el método Kratky fuese complicado en ser realizarlo por lo que se ha detallado hasta el momento, sin embargo es todo lo contrario, ya que solo se requiere de pocos recursos, mismo que están al alcance de la comunidad.

Las plantas que se encuentren germinadas, ciclo corto o largo, deberán ser colocadas en una maceta de red plástica, esta a su vez deberá ser puesta en un envase que contenga agua y los nutrientes adecuados, es decir la solución nutritiva, y mantener un espacio mínimo de 03 centímetros entre la raíz y el agua, para que la planta no presente inconvenientes durante su trasplante y a futuro, a su vez este envase deberá ser oscuro y totalmente tapado. Con el paso del tiempo, el crecimiento de la planta será quien reduzca el nivel del agua, las raíces se esparcirán y crecerán y continuaran absorbiendo el agua y nutrientes, al mismo tiempo se creara un espacio de aire húmedo que se mantendrá así, debido al cubrimiento que se le brindó al recipiente, evitando de esta forma que las raíces se sequen.

Las raíces que se producirán con el crecimiento de la planta, siendo las que se quedan en el espacio de aire húmedo se las denominan como raíces de oxígeno, siendo su función principal la aireación de la especie, y las raíces que se extienden directamente a la solución de nutrientes son llamadas como raíces de agua, es necesario hacer mención también que el nivel solución o agua no debe de verse alterada o aumentar, ya que al hacerse esto, la planta puede verse afectada, ya que sumergir las raíces de oxígeno nuevamente en agua puede hacer que la especie se ahogue.

DESARROLLO DEL TEMA

METODOLOGIA

Una vez teniendo en conocimiento la parte teórica de lo que es el sistema hidropónico y como es el funcionamiento del sistema Kratky, podemos empezar a proceder a realizar la investigación e iniciar la búsqueda del cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Al ser un proyecto que tiene un límite de tiempo no tan largo, pero si lo suficiente para presentar resultados en plazos cortos o por lo menos a mediano plazo, se debe de empezar con la búsqueda y levantamiento de datos e información acerca de las especies herbáceas con los que se va trabajar en este sistema, de esta forma se podrá crear una base de datos y punto de partida, en la cual se puede ir clasificando y eliminando opciones de especies o considerarlos para un futuro cercano, de esta forma se puede escoger cuales especies son los más factibles para dar inicio al proyecto, como se mencionó antes, dentro del sistema de hidroponía se puede cultivar cualquier tipo de plantas, pero es prudente aconsejar que el cultivo de plantas de largo plazo o de gran tamaño no tendrá una buena acogida dentro del sistema, ya que demandará una cantidad de nutrientes considerables y por un lapso de tiempo prolongado, y al momento de alcanzar su madurez el sistema no podría resistir su peso. Sabiendo esto, lo que se procedió a realizar fue el respectivo levantamiento de datos, esto implica;

- **Búsqueda de información de plantas.-** Esto incluye lo que es tiempo de germinación, tiempo de desarrollo, tiempo de cosecha y cantidad de solución nutritiva requerida.
- **Calificación de plantas.-** Una vez obtenida la información necesaria para trabajar, se identifica los ejemplares con los que se dará inicio a la investigación.

- **Búsqueda de herramientas de trabajo.-** Para iniciar, se procede con el cultivo de los ejemplares con un número definido, búsqueda del contenedor de agua, solución nutritiva, y demás herramientas.

Como especies de estudio se realizó la investigación de tres tipos de plantas con los que se inició el trabajo, estas plantas son;

Tabla 1 Nombres y cantidades de las plantas a usar

Nombre común	Nombre científico	Cantidad
Achojcha	<i>Cyclanthera pedata</i>	1
Naranjilla	<i>Solanum quitoense</i>	10
Hierba buena	<i>Mentha spicata</i>	1

Se procede a realizar su siembra con una tierra preparada para que las plantas cuenten con el estado óptimo para que pueda ser cultivada, se tomó las fechas en las que fueron sembradas cada especie para controlar el tiempo que se toma en germinar cada especie, de las tres plantas se realizó su siembra por medio de semillas, pero la hierba buena al ser una planta de tallo, se procedió a realizar su siembra con una pequeña rama para que se forme la raíz.

Con el paso del tiempo se realizó procesos rutinarios, como por ejemplo; hacer riegos de agua en periodos de tiempo de cada 3 o 4 días por semana para mantener la tierra húmeda y la planta pueda germinar, durante este suceso se pudo registrar que cada planta tuvo tiempos distintos de germinación pese a ver sido cultivadas en la misma fecha, por lo que en la siguiente tabla se pondrá la germinación de los ejemplares.

Planta	Fecha de cultivo	Fecha de germinación	Fecha de trasplante	Nutrientes
Naranjilla	10-nov-2022	24-nov-2022	20-dic-2022	1.01 ms
Hierba buena	10-nov-2022	19-nov-2022	20-dic-2022	0.88 ms
Achojcha	10-nov-2022	20-nov-2022	01-dic-2022	1.5 ms

Tabla 2 Ilustración de fechas en plantas cultivadas, fecha de germinación, fecha de trasplante y cantidad de nutrientes.

Una vez teniendo la suficiente cantidad de plantas germinadas, así como también que estos alcanzaran un tamaño apropiado (aproximadamente 10 cm), se procese a trasplantar las especies al

Datos que debemos recordar	
<ul style="list-style-type: none"> Espacio mínimo de 03 centímetros entre el aguay el ejemplar. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo constante.
<ul style="list-style-type: none"> Tener completamente cerrado el contenedor y cubierto. 	<ul style="list-style-type: none"> Apuntar los datos obtenidos.

sistema Kratky, donde se remueve la planta de la tierra a la canasta de red y posteriormente al sistema hidropónico, para este momento el recipiente ya debe de contar con agua, esta deberá de tener puesta su solución nutritiva, así como también deberá de contar con un pH neutro para que la planta no se vea afectada durante su desarrollo, y dejar un espacio de 3 centímetros entre el agua y la raíz de la planta.

Una vez culminado este proceso, se procede a esperar y observar el proceso de desarrollo de la planta en un nuevo ambiente y sistema de cultivo, durante este desarrollo, debemos de procurar realizar monitoreo constante para ver la evolución de cada especie, en estos monitoreo se pueden llegar a observa el estado de las hojas y tallo, lo que nos permite tener una idea clara del estado de salud de la planta, así como también podremos observar si la hortaliza está echando nueva raíz y a su vez si estas están teniendo contacto con los nutrientes.

ANALISIS

Una vez estando todas las plantas sobre el sistema Kratky se empieza a realizar los respectivos estudios, análisis y búsqueda de datos para obtener los resultados que estamos buscando, por lo que el proceso inicial es buscar el nivel de adaptación de la planta ante al sistema, si la cantidad de nutrientes que se le ha puesto son los favorables para permitirle desarrollar su ciclo de vida, monitorear constantemente su nivel de pH, el cual deberá de estar entre 5 y 6 como rango neutral, controlar los tipos de plagas que pueden atacar a las plantas dentro del sistema hidropónico Kratky, y finalmente verificar la calidad de la cosecha.

Cantidades de solución nutritiva

Cómo ya sabemos la solución nutritiva es uno de los elementos principales en reemplazar la tierra, siendo esta última quien de forma habitual provee de nutrientes a las plantas que se han cultivados consciente o inconscientemente, la tierra no ve si es una planta cultivable, hongos o "plagas" (plantas prístinas), aplicando está metodología de siembra, las plantas están directamente con el agua y recibiendo nutrición constantemente y de forma fija, por lo que la primera diferencia y ventaja que se puede notar en estos dos ámbitos es la nula o muy poca aparición de estos individuos en el sistema hidropónico Kratky,

Cómo se mencionó en la **tabla.7** los primeros especies fueron colocados en el sistema con una cantidad de primera prueba o mínima de solución nutritiva, esto con la finalidad de ver su evolución y desarrollo de las mismas, pudiendo notar en su proceso de adaptación y rasgos distintos que presenta cada especie, dónde unos aceptaban de mejor manera su nuevo ambiente, y otros no se pudo apreciar los mismo resultados en la primera prueba, haciendo investigaciones aparte, se pudo dar con el resultado que lejos de aceptar el sistema hidropónico,

ciertas hortalizas requieren de poca cantidad de solución nutritiva y otras requieren una mayor, dependiendo del tipo de planta que sea, es decir de ciclos largos o cortos.

Otro análisis que se pudo apreciar fue la respuesta o señales que daban los ejemplares ante la escasa o exceso de solución nutritiva que se les ha proveído, dentro de estas respuestas que se pueden apreciar varía desde;

- Coloración de hojas.
- Forma de hojas.
- Crecimiento de la planta.
- Grueso de tallo.
- Agujeros en las hojas de las plantas.

Estos solo son unos cuantos ejemplos que se pueden llegar a presentar como reacción de la planta, la solución que se puede dar en estos casos, es rectificar la cantidad de solución nutritiva y regular el pH de la misma.

Regulación de pH

Toda planta tiene un pH que debe de ser neutro, ya que una alteración elevada o baja puede causar efectos secundarios en la planta, así como la falta o excesiva cantidad de nutrientes, sin embargo lo que diferencia de estas dos cuestiones es el hecho que la solución nutritiva puede ligeramente diferir de su mínima y/o máxima cantidad de nutrientes para la planta, mientras que en el pH no puede ser posible, debido a que **“El pH influye de modo notorio en la absorción de nutrientes por la raíz. Con un valor demasiado alto o bajo, los nutrientes se asimilan de forma óptima. Para las plantas, el pH ideal de una solución de nutrientes se mueve en la franja entre 5 y 6”** (Anthura, 2018), ya que una porción menor a esta puede acidificar a la planta y una porción mayor puede alcalinizar a la especie, los efectos

que puede causar la alta o baja es la poca absorción de los minerales, es resequeadad de las hojas o tallo, decoloración o perdida de la planta.

Poca posibilidad de absorción ante $\text{pH} \leq 5$		Poca posibilidad de absorción ante $\text{pH} \geq 6$	
Nitrógeno (N)		Boro (B)	
Molibdeno (Mo)		Fosforo (P)	
Azufre (S)		Cobre (Cu)	

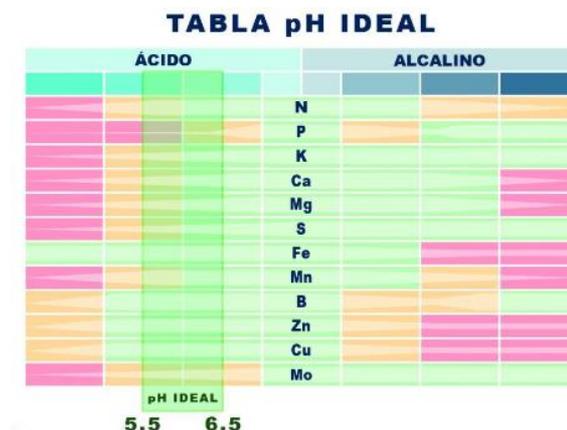


Ilustración 1 Tabla de pH

Tabla 3 Elementos que se ven afectados por un pH alto o bajo.

Plagas

Pasando a plagas, lo que de vemos de hacer es tomar datos de que problemas pueden presentar las especies durante su desarrollo, esto implica, falta de nutriente, exceso de estos, pero sobre todo los tipos de plagas que se puede atacar a la planta, los cuales en las islas Galápagos son variados, a comparación del Ecuador continental son menores, entre estos tipos de plagas que se pueden presentar en la zona urbana están; mosca de la fruta, gusanos, moscas comunes, larvas, entre otros, y son de estas de las que debemos de procurar proteger a la especie, ya que “los cultivos y plantas pueden ser afectadas por plagas y enfermedades que reducen el vigor y capacidad de producción de las plantas” (Vasicek, 2015)”.

Los métodos hidropónicos de producción de hortalizas aumentan la productividad y la inocuidad de los productos obtenidos al mismo tiempo que, por la aplicación de técnicas apropiadas, reducen las plagas y enfermedades. Sin embargo estos cultivos no escapan a la necesidad de controlar plagas y enfermedades a través de métodos de bajo impacto para la salud humana y el ambiente (Vasicek, 2015).

RESULTADOS

Los datos obtenidos durante los meses que se estuvo desarrollando la investigación fueron en su mayoría muy satisfactorios pese al tiempo limitado que se tuvo para desarrollar el proyecto investigativo, sin embargo, durante el tiempo se pudo obtener datos interesantes que pueden ayudar como un punto de inicio para futuras investigaciones, estrategias, propuestas y correcta ejecución y proceso para quien inicie con un tema distinto, pero de sistema hidropónico.

Durante el proceso de adaptación se pudo apreciar que todas plantas tuvieron buena acogida en el sistema Kratky pese a desconocer sus límites mínimos y máximos para aplicar las cantidades de soluciones nutritivas, y fue en base a esto los primeros datos que se pudieron obtener, ya que al tener un desconocimiento del mínimo nivel de nutrientes, las plantas se vieron afectados por la falta o excesiva cantidad de absorción de nutrientes, recordemos que las plantas de ciclo corto con las de ciclo largo, son muy distintas, no solo en resistencia, sino que también en su demanda alimenticia, por lo que con la planta achojcha tuvimos resultados no poco favorables, ya que al ser una planta de poca demanda nutritiva y con poca resistencia se vio afectada por la cantidad de nutrientes que pusimos, además que su pH no fue correctamente regulado

Achojcha

Este ejemplar no pudimos obtener muchos resultados, pero sí dio paso al entendimiento de lo que puede llegar a ocurrir cuando se excede de la cantidad nutritiva, así como también algunas señales que estas plantas presentan ante niveles altos de la misma, y por ende se podría llegar a asumir cuáles serían las señales que podrían presentar las demás especies ante la escasa cantidad de solución nutritiva.

Los efectos que tuvo la planta con niveles altos de solución nutritiva, fueron;

- Sus tallos obtuvieron un color amarillo.
- Sus hojas se secaron o quemaron, (juzgando su color y estado)
- Perdida de la planta.



*Ilustración 2 10-11-2022
proceso de adaptación*



*Ilustración 3 20-11-2022 no
presenta alteración.*



*Ilustración 4 01-11-2022 perdida
del ejemplar.*

Este ejemplar se perdió en su totalidad aproximadamente 12 a 15 días, lo que es un tiempo considerable para una planta de corto tiempo y con una resistencia media, pese a esto al no existir una accesibilidad rápida a semillas de esta planta no se continuo la investigación del mismo, sin embargo gracias a este hecho, dio paso a principios de nuevas tomas de decisiones para los demás ejemplares.

Naranjilla

Este ejemplar es el que más tiempo se tomará en obtener resultados, ya que es una planta de ciclo largo, su tiempo de cosecha varía según su sitio de siembra por lo que radica entre los 7 a 12 meses después de su siembra y pueden llegar a crecer desde 1.5 metros hasta los 2 metros, segundo su cantidad de abono, esto en situaciones regulares o habituales.

La cantidad inicial de solución nutritiva con la que se dio apertura a la investigación fue de 1.2 ms, y se observó que la planta no presentó una alteración o rechazo al sistema hidropónico, sin embargo, se pudo observar dos casos que presentó posteriormente la planta.

Primero.- El ejemplar no presentaba un desarrollo apropiado para el tiempo que llevaba durante el sistema, ya que no se podía apreciar un crecimiento del mismo, por lo que su tamaño no aumentaba con el paso de los días pese a que sus nuevas raíces estaban presentes.

Segundo.- Se pudo observar físicamente un fallo o deterioro de la planta en sus hojas, señales muy distintas a las que presentó el primero caso (Achojcha), en estas hojas se podía observar huecos, resequedad y palidez en la coloración de sus hojas.

Haciendo investigaciones externas y con experiencia del primer caso se procedió a buscar solución a este suceso, se tenía conocimiento que ambos hechos estaban relacionados y que existía una falta de cantidad en solución nutritiva ya que “entre los síntomas más frecuentes de deficiencia de nutrientes en las plantas están la malformación, decoloración, arrugamiento e incluso la necrosis” (EosdataAnalytics, 2022), normalmente estas señales se dan cuando hay falta de nutriente, sin embargo también existe otra causa, y es probablemente una salinización elevada, aunque esto por lo general se da en el suelo de forma más habitual, por otro lado la absorción de nutrientes depende en mayor parte por la condición en la que se encuentre la planta en este sistema para adquirir los nutrientes brindados y esto puede ser; raíces dañadas, poca agua y el pH inadecuado para la planta, teniendo en conocimiento estos datos, se concluyó que pudo ocurrir una alteración inoportuna del pH, lo que impedía el paso de los nutrientes, recordemos que un alto o bajo pH puede afectar a la absorción de ciertos nutrientes, las señales que pueden presentar estos con la deficiencia de nutrientes son;

Poca absorción de macro elementos

- **Nitrógeno.** - proporciona el color de la hoja.
- **Fosforo.** - forma brotes, semilla y floraciones, al existir una deficiencia, su color es bronce, rojizo en el interior del follaje maduro.
- **Potasio.** - esencial para producción de azúcares que sintetizan proteínas, desarrolla raíces o duplica células, su deficiencia es, color amarillento en la hoja, arrugamiento.
- **Azufre.** - favorece el uso del nitrógeno, creación de clorofila y proteínas a la planta, si deficiencia aparece cuando el follaje nuevo pasa a tener un color verde o amarillo oscuro.
- **Calcio.** - ayuda a la planta a crear nuevas células, al no tener este elemento provoca quemaduras en las puntas.
- **Magnesio.** - genera clorofila, su poca absorción manifiesta venas en las hojas de color verde intenso, secciones amarillas que se vuelven necróticas.

Poca absorción de micro elementos

- **Cobre.-** potencia múltiples actividades de la vegetación, como la fotosíntesis, su poca presencia se manifiesta por el amarillento y necrosis, escasa floración y retraso en el desarrollo.
- **Hierro.-** clave para generar enzimas y proteínas, su poca absorción presencia color verde pálido, amarillento con puntos necróticos.
- **Molibdeno.-** se usa en la fijación del nitrógeno, la deficiencia se aprecia por medio de márgenes amarillos y centro de color verde pálido en sus hojas.
- **Zinc.-** potencia el crecimiento de la planta, y su deficiencia provoca un follaje más pequeño, disminución del brote.

- **Manganeso.-** está presente en la duplicación celular, construcción de clorofila o respiración, se manifiesta como tamaño diminuto de la planta.
- **Boro.-** indispensable para la duplicación celular, presenta enfermedades, la más habitual “escoba de bruja” brotes anormales en las partes laterales.

Para su rectificación de la plantan se niveló el pH, para dar paso a la absorción de nutrientes, también se aumentó la cantidad de nutrientes, ya que la planta demandaba más de estos, dando como resultados favorables a la planta, se estima que su mínima cantidad de nutrientes es de 1.35 mS y su máximo de 1.80 mS.

Tabla 4 Muestra de fechas, nutrientes y observaciones de la evolución de la planta

Fecha	Rectificación de nutrientes	Observación
20-12-2022	1.01 mS	Plantas en adaptación
31-12-2022 a 09-01-2023	1.01 mS a 1.51 mS	La planta presenta resequedad en sus hojas, decaimiento, hojas marchitas
10-01-2023	1.51 mS	Notable desarrollo en recuperación, hojas más verdes, crecimiento notorio.



Ilustración 6 20-12-2022 trasplante al sistema Kratky.



Ilustración 5 evaluación de estado 31-12-2022 a 09-01-2023 nutrientes 1.01 ms.



Ilustración 7 10-01-2023 estado de la planta con nutrientes 1.51 ms

Tabla 5 crecimiento de la naranjilla en tres periodos, no se puede obtener datos de sus frutos al estar aun en crecimiento.

Planta	Tamaño de la planta	Tiempo
Naranjilla	13 cm	20-12-2022
Naranjilla	20 cm	12-01-2023
Naranjilla	25 cm	17-02-2023

Hierba buena

Esta planta ha sido la que más aceptación al sistema Kratky tuvo, debido a que al ser una planta de ciclo más corto no demandaba tanta solución nutritiva y era más fácil su control y evaluación, la mayor parte del proceso de adaptación no requirió un nivel más alto de nutrientes del que se le había dado, 0.88 mS es suficiente para dar paso a su adaptabilidad, sin embargo para cuando la planta adquirió un crecimiento mayor se optó por subir a 1 mS y posteriormente a 1.02 mS para evaluar su evolución, dando como resultado una normalidad en la planta, por lo que se estima que su límite mínimo es de 0.85 y su límite máximo es de 1.05, no se siguió haciendo estudios de su reacción a mayor cantidad de estos nutrientes debido a que ya se observaba un buen desarrollo de la planta, siendo esto una coloración verde estable, crecimiento normal, y producción de raíces buena, incluso se pudo apreciar nuevos brotes de esta planta provenientes desde la raíz, por lo que desde este punto se empezó a aumentar la cantidad de plantas, cogiendo tallos y los brotes provenientes de la raíz.

Tabla 6 Proceso de evolución de la planta

Fecha	Cantidad de nutrientes	Observación
20-12-2022	0.88 ms	Plantas en adaptación
31-12-2022 a 09-01-2023	1.0 ms	No presenta anomalía notoria, un amarillento leve que se pudo corregir regulando el pH.
10-01-2023	1.02	Se aprecian brotes, crecimiento estable.

Ilustración 8 20-12-2022 proceso de adaptación³

Ilustración 9 1-12-2022 a 09-01-2023 nivel de nutriente 1 ms



Ilustración 10 10-01-2023 fin de nutrientes 1.02 ms

Tabla 7 crecimiento de la hierba buena, tamaño de inicio y peso, tamaño de medio tiempo y tamaños y peso de primera cosecha

Planta	Tamaño de rama min - máx.	Peso de rama min - máx.	Tiempo
Hierba buena	9 cm	2 g	20-12-2022
Hierba buena	6 cm – 12 cm	5 g – 12 g	14-01-2023
Hierba buena	16 cm – 28 cm	20 g – 31 g	17-02-2023

Plagas y problemas o alteraciones

Durante este proceso no se pudieron registrar tantas alteraciones o patógenos que pudieran afectar a la planta, sin embargo sí se pudo tener en conocimiento que tiempos de problemas se pueden presentar si existe poca satisfacción nutritiva o poco cuidado de los ejemplares, recordemos de que uno de los procesos que debemos de tener muy en cuenta es el sellado total del envase donde este puede restringir el acceso de entidades externas a la planta y a sus raíces, sobre todo a estas últimas, así como también debemos de recordar que el llenar nuevamente los recipientes afectan a la planta, ya que este acto ahoga a las raíces de oxígeno y por lo tanto mata paulatinamente a la planta .



Ilustración 12 Presencia biológica externa en el Kratky



Ilustración 11 raíces afectadas por esta presencia.



Ilustración 14 Muestra de para estudios.



Ilustración 13 Muestra de los patógenos o seres que propagó a la planta

CONCLUSIONES

Se comprobó que en la isla San Cristóbal si es posible producir un sistema hidropónico Kratky para uso personal, sin embargo, puede realizarse uno a mayor escala para satisfacer las necesidades de la comunidad, sin embargo, no debemos de considerar que no todas las plantas pueden adaptarse con facilidad como las plantas tipo árboles, debido a que su demanda nutritiva es mayor y el sistema Kratky no abarca a estas plantas, sin embargo, las plantas herbáceas tienen una relación mayor con este sistema ya que por su tamaño es más fácil de controlarlas.

Por otro lado todas las plantas tuvieron su tiempo de adaptación, así como también su tiempo de desarrollo, algunos no tuvieron los resultados que esperamos por la falta de conocimiento y preparación, otros aún no se han podido examinar la calidad de sus frutos debido a la falta de tiempo, ya que es de un plazo largo como en el caso de la naranjilla, sin embargo los de corto plazo si podemos dar buenas referencias, ya que su desarrollo fue el mejor y más completo que pudimos tener y observar en este período, no solo por su adaptabilidad, si no que pudimos apreciar en periodos corto de tiempo, menos que en su forma habitual, que para la planta hierba buena en el sistema hidropónico Kratky su desarrollo es más factible y rápido, ya que en poco tiempo pudo echar raíces, crecer rápidamente y tener brotes o “hijos” que ayuda a su propagación, a esto sumándole que sus brotes son muy estables y que a diferencia de su planta madre, estos han tenido un crecimiento un tanto más exponencial de lo regular, por lo que considerando estos hechos podemos decir que las plantas de ciclos cortos son las más recomendables para rápida producción y desarrollo en este sistema, además que su cuidado es mejor ya que se puede apreciar cualquier presencia que pueda alterar su estabilidad y calidad para su desarrollo en producción.

Por otro lado tenemos a la naranjilla quien pese que aún no ha dado frutos, si ha tenido una buena acogida al sistema kratky, ya que en ningún momento presentó algún tipo de rechazo a este nuevo ambiente, sin embargo es necesario poner en conocimiento ciertos puntos que deben de ser considerados, primero que nada no se puede permitir que más de dos plantas estén en el mismo contenedor de agua, aunque es más factible que solo se ubique una planta por contenedor, esto debido a que la planta necesita espacio para su crecimiento, es necesario realizar un aumento de nutrientes para apreciar cuál sería su reacción, recordemos que de momento el límite que se estableció de solución nutritiva fue de 1.51 mS o como máximo a considerar 1.55 mS, pero al ser una planta grande es posible que pueda soportar más nutrientes o que demande más mS, quizás un 2 ms, para el tiempo que estuvo con la última solución nutritiva su tamaño estuvo considerablemente bueno, estable y normal, pero poco a poco comenzó a dejar de crecer por lo que se presume que es por el hecho de falta de nutrientes.

Como último tenemos a la chokcha, quien al ser una planta con resistencia baja no se pudo tener más resultados que lo que se han presentado, sin embargo durante las primeras semanas no presentó algún tipo de rechazo de la planta al sistema Kratky, por lo que se entiende que la razón de su pérdida fue por el exceso de solución nutritiva y mala regulación del pH, ya que no se mantuvo en su rango, pero gracias a esto pudimos tener un punto de partida y visión a cómo responder en situaciones que presenten las demás plantas.

Para finalizar, con la hierba buena se realizaron diferentes actividades como un pequeño comercio de esta para comprobar su calidad y posible demanda, de igual forma hizo consumo de la misma para comprobar de primera mano la diferencia de calidad de la planta en comparación de una planta de la misma especie pero cultivada de forma regular.

Por lo que los objetivos del proyecto pudieron ser verificados y cumplidos, dando favor al apoyo y desarrollo del sistema hidropónico, dentro de los resultados nos dio dos cosas;

- **Primero.-** existe una gran diferencia entre ambas cosechas, desde su coloración con un verde más intenso en las hojas hasta su sabor, misma que brindaba un sabor distinto en cocteles que se puede distinguir ligueramente, el tamaño de la planta es considerablemente grande en su ramas y al no usar contaminantes la especie resulta más saludable.
- **Segundo.-** de llegar a emplear este método de cultivo en gran escala podemos llegar a satisfacer la demanda de la comunidad, aportaríamos a la economía, trabajo y los precios de los productos se verían reducidos al no requerir de transportes o logística lejanos.

Efectivamente toda planta hortaliza de consumo diario puede ser adaptada a este sistema, se puede utilizar para economizar gastos, ahorrar agua y sacar provecho a espacios vacíos que creemos que tenemos en vano, no todas las personas contamos con tierra cultivable, con espacio para cultivar o terrenos para hacer agricultura, pero tenemos este sistema Kratky el cual no necesita de tanta tecnología, trabajo, ni tratado, cuidado o preparación para que pueda ser cultivada, tenemos al alcance de nuestras manos una nueva solución y salida para la ayuda económica de muchos, consumo propio de otros tantos y sobre todo de mejor calidad y sanidad, ya que estas plantas y sus frutos están libres de toxinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

- Anthura. (08 de noviembre de 2018). *La influencia del pH en el cultivo*. Obtenido de Anthura: <https://www.anthura.nl/growing-advise/la-influencia-del-ph-en-el-cultivo/?lang=es&cookies=ok>
- Aquino, M. A. (2015). *Manual de hiroponía*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.pdf
- Buonanno, M. (27 de Septiembre de 2018). *La increíble historia de la hidroponía: desde los Babilonios hasta la segunda guerra mundial*. Obtenido de innaturale: <https://www.innaturale.com/es/la-increible-historia-de-la-hidroponia-desde-los-babilonios-hasta-la-segunda-guerra-mundial/>
- CANNA. (01 de 03 de 2023). *La hidroponía en pocas palabras*. Obtenido de Canna: https://www.canna.es/hidroponia_en_pocas_palabras#:~:text=Los%20primeros%20sistemas%20hidrop%C3%B3nicos%20remontan,alimentos%20durante%20todo%20el%20a%C3%B1o
- EosdataAnalytics. (27 de Julio de 2022). *Deficiencia de nutrientes en las plantas: como tratarlas*. Obtenido de Eos data Analytics: <https://eos.com/es/blog/deficiencia-de-nutrientes-en-las-plantas/#:~:text=Entre%20los%20s%C3%ADntomas%20m%C3%A1s%20frecuentes,los%20s%C3%ADntomas%20son%20muy%20parecidos.>
- García, Á. R., & Sandoval, C. G. (diciembre de 2011). *Validación de cinco sistemas hidropónicos para la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y lechuga (*Lactuca sativa* L) en invernadero*. Obtenido de PDF: <https://studylib.es/doc/7404873/validaci%C3%B3n-de-cinco-sistemas-hidrop%C3%B3nicos-para-la>
- GreenLab. (01 de 03 de 2023). *Origen de la Hidroponia*. Obtenido de GreenLab: <http://www.greenlab.com.ec/origen-de-la-hidroponia>
- hidroponia-casera. (2023). *Método Kratky en hidroponía para cultivar lechugas a muy bajo costo*. Obtenido de Portal Fruticola.com: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/02/19/metodo-kratky-en-hidroponia-para-cultivar-lechugas-a-muy-bajo-costo/?pdf=351257>
- La Hidroponia: Cultivo sin suelo*. (01 de 03 de 2023). Obtenido de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20los%20or%C3%ADgenes%20de,con%20lodo%20extra%20del%20mismo>
- Neumann, S. S. (04 de february de 2019). *Kratky Hydroponic Gardening. Effects of Natural vs LED Plant Light, Container Type & Seed Propagation / Plant Support Media on Plant Growth*.
- Vasicek, A. L. (2015). *Sanidad vegetal . Plagas*. Obtenido de Cultivo en hidroponia: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1