

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**Evaluación de sistemas hidropónicos Kratky para la  
producción de frutas y hortalizas en la isla San Cristóbal**

**Anais Susana Suintaxi Bolaños**

**GESTIÓN AMBIENTAL**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de

**LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Quito, 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**

**Evaluación de sistemas hidropónicos Kratky para la producción de  
frutas y hortalizas en la isla San Cristóbal**

**Anais Susana Suntaxi Bolaños**

**Nombre del profesor, Título académico: Antonio León Reyes, Ph.D.**

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: Anais Susana Sntaxi Bolaños

Código: 00207753

Cédula de identidad: 2050000963

Lugar y fecha: San Cristóbal, 02 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## UNPUBLISHED DOCUMENT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

Un grupo de estudiantes de pregrado de cuarto año de la carrera de Gestión Ambiental de la Universidad San Francisco de Quito Ext. Galapagos en conjunto con Galapagos Science Center – GSC y bajo el liderazgo del tutor Antonio León Reyes – PhD, han impulsado el primer proyecto piloto de cultivos hidropónicos en la isla San Cristóbal. El presente proyecto tiene la intención de evaluar el sistema hidropónico Kratky en la isla San Cristóbal como una potencial alternativa para la producción de hortalizas: tomate, pepino y vainita, y frutas: melón y sandía, que proporcionen beneficios económicos, sociales y medioambientales en ecosistemas frágiles como las Islas Galápagos. El proyecto tuvo una duración de 34 semanas, desde el 05 de octubre de 2022 hasta el 19 febrero de 2023, periodo en la cual se utilizó la técnica de observación directa y registro documental semanal para la recolección de datos, identificando variables como los días a la floración, crecimiento y cosecha de cada planta; cantidad, peso y longitud promedio de los productos; y la presencia de plagas y controladores biológicos en el sistema. El método Kratky en hidroponía tuvo un funcionamiento parcialmente eficaz, fue posible la cosecha de pepino, tomate y vainita, mientras que la producción de plantas de melón y la sandía no obtuvo fruta a la cosecha. Finalmente, y de acuerdo con los resultados y principales hallazgos obtenidos a lo largo del proyecto, fue posible determinar la viabilidad de implementar nuevas alternativas de cultivo como el sistema hidropónico Kratky para la producción de hortalizas en las islas San Cristóbal.

**Palabras clave:** Hidroponía, método Kratky, florecimiento, cosecha, producción

## ABSTRACT

A group of fourth-year undergraduate students of the Environmental Management career of the Universidad San Francisco de Quito Ext. Galapagos in conjunction with the Galapagos Science Center - GSC and under the leadership of the tutor Antonio León Reyes - PhD, have promoted the first project pilot of hydroponic crops on San Cristóbal Island. This project intends to evaluate the Kratky hydroponic system on San Cristóbal Island as a potential alternative to produce vegetables: tomato, cucumber and green beans, and fruits: melon and watermelon, which provide economic, social, and environmental benefits in ecosystems. fragile like the Galapagos Islands. The project lasted 34 weeks, from October 5 2022, to February 19 2023, a period in which the direct observation technique and weekly documentary recording were used for data collection, identifying variables such as days to the flowering, growth and harvest of each plant; quantity, weight and average length of the products; and the presence of pests and biological controllers in the system. The Kratky method in hydroponics had a partially effective operation, it was possible to harvest cucumber, tomato, and green beans, while the production of melon and watermelon plants did not evolve normally. Finally, and according to the results and main findings obtained throughout the project, it was possible to determine the feasibility of implementing new cultivation alternatives such as the Kratky hydroponic system to produce vegetables on the San Cristóbal islands.

**Key words:** Hydroponics, Kratky method, flowering, harvest, production

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>Introducción .....</b>	<b>10</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>12</b>
<b>Objetivo .....</b>	<b>13</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>13</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>17</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>20</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>20</b>
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>21</b>
<b>Anexo A: Sistema Kratky implementado para el cultivo de plantas de tomate, vainita, melón y sandía.....</b>	<b>23</b>
<b>Anexo B: Crecimiento de raíz planta de pepino .....</b>	<b>23</b>
<b>Anexo C: Larva .....</b>	<b>24</b>
<b>Anexo D: Efectos de la larva .....</b>	<b>24</b>
<b>Anexo E: Cosecha de, vainita, pepino y tomate .....</b>	<b>25</b>
<b>Anexo F: Conductímetro .....</b>	<b>25</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Equipos y herramientas utilizadas .....	14
<b>Tabla 2</b> Variables estudiadas .....	15
<b>Tabla 3.</b> Días a la floración, cosecha y/o pérdida .....	17
<b>Tabla 4.</b> Número del producto, peso y longitud según corresponda .....	18
<b>Tabla 5.</b> Plagas .....	19
<b>Tabla 6.</b> Controladores biológicos .....	19



**ÍNDICE DE FIGURA**

<b>Figura 1</b> Ubicación geográfica del proyecto .....	13
---	----

## INTRODUCCIÓN

Durante los años de 1930, William Frederick Gericke, profesor destacado de la Universidad de California en Berkeley, inició las primeras actividades e investigaciones sobre la hidroponía, que significa hydro (agua) y ponos (trabajo), a través de cultivos hidropónicos de lechuga, rábano, zanahoria, tomate, entre otras; y de frutas y ornamentales. En esa década, para desarrollar esta técnica se utilizaban tanques, que se cubrían con paja y se colocaba una malla fina de alambre o algún material similar, para que la raíz pueda sostenerse y llegar al fondo del recipiente, en donde hacía contacto con una solución de nutrientes, previamente elaborada y mezclada con el agua del tanque. Años más tarde, en 1950, la producción en hidroponía creció considerablemente a nivel mundial permitiendo a muchos agricultores aprovechar zonas desérticas o con poca agua para practicar métodos de agricultura convencional (Guanochanga y Betancourt, 2010).

La Asociación de Hidrocultivadores de Jerusalén (APROHIJE), se fundó en 1988, en Bogotá, Colombia, por familias que contaban con plantaciones hidropónicas. APROHIJE comercializa hasta la fecha, hortalizas regadas con agua limpia y sin agrotóxicos, en supermercados a nivel nacional. A raíz de esta innovadora iniciativa, surge el interés de muchos países de América por incursionar en cultivos hidropónicos, sumándole a esto la participación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la inclusión de esta herramienta en programas de cooperación internacionales, al nombrarla una ecotecnología, caracterizada por la producción comunitaria, rápida y de bajo costo (Salazar, 2001).

En Ecuador, desde los años noventa, se inició las primeras actividades en cultivos hidropónicos, tomando como ejemplos otros países que ya han estudiado y

socializado esta técnica. Un claro ejemplo de esfuerzo y dedicación es GREENLAB, empresa ubicada en la ciudad de Quito, dedicada a la producción de lechugas mediante el método hidropónico. Actualmente, esta empresa utiliza el cultivo hidropónico puesto que es una alternativa con más ventajas para la producción de lechugas al brindar mayor calidad nutricional, ahorrar en costos y un alto nivel sanitario (Cajo, 2016). GREEN LAB tiene la capacidad de alcanzar una producción mensual de 90 mil lechugas, de las cuales el 80% se distribuyen en diferentes supermercados, mientras que el 20% son vendidos a restaurantes o distribuidores a nivel nacional (Guanochanga & Betancourth, 2010).

Actualmente, los suelos se han deteriorado a un nivel alarmante, a consecuencias de factores: físicos como el endurecimiento de los suelos y la baja retención de humedad de suelos; químicos como la presencia de componentes tóxicos en los suelos debido al uso de pesticidas; y biológicos como hongos, insectos o algún patógeno similar que dificultan la producción en los suelos, por este motivo, muchos agricultores han optado por utilizar los métodos alternos que ofrece la producción hidropónica para la obtención de cultivos sanos y a bajos costos. Uno de estos métodos es la producción a través del método Kratky. Este fue diseñado por el Doctor Bernard Kratky, y se caracteriza principalmente por no requerir de electricidad ni artefactos de bombeo. Esta técnica es de fácil aplicación puesto que no requiere de materiales especiales para su ejecución (GroHo, 2020).

## JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, los habitantes de la Isla San Cristóbal, Galápagos han realizado varios proyectos con la comunidad estudiantil para conseguir métodos de producción sustentables, que ayuden a la conservación del archipiélago, y frenen el uso de químicos y/o pesticidas en las producciones locales. La Universidad San Francisco de Quito – Extensión Galápagos, a través de programas estudiantiles en conjunto con los docentes han impulsado varios proyectos en beneficios de las islas Galápagos. Antonio León Reyes - PhD, profesor de agronomía de la USFQ, en un trabajo conjunto con los estudiantes de pregrado de la carrera de Gestión Ambiental ha impulsado el primer proyecto piloto de producción de hortalizas y frutas mediante hidroponía, en la que se pretende cultivar en el agua, sin necesidad de usar tierra optando solamente por soluciones nutritivas y un adecuado cuidado de la planta.

El sistema hidropónico Kratky consiste en utilizar un contenedor lleno de agua, en la cual se disuelve determinados nutrientes, y mediante un soporte permite que la planta pueda sostenerse y que sus raíces puedan entrar en contacto con la solución en el tanque. Posteriormente, la planta crecerá, y las raíces absorberán paulatinamente el agua del recipiente. Durante todo este proceso es importante oxigenar las raíces a través del movimiento constante del agua con alguna herramienta que permita alcanzar el fondo del contenedor. Este sistema se caracteriza principalmente por la utilización de pocos recursos y el ahorro económico en su producción (PortalFrutícola, 2020).

## OBJETIVO

Evaluar sobre la producción de hortalizas (pepino, tomate y vainita) y frutas (melón y sandía), usando un sistema hidropónico Kratky en la isla San Cristóbal, Galápagos.

## METODOLOGÍA

### Diseño experimental

Para el presente proyecto se utilizó el método Kratky en hidroponía, que consiste en un recipiente de agua sobre el cual se soporta la planta, y entra en contacto con los nutrientes disueltos en el agua contenida en el balde

### Ubicación del ensayo

El presente proyecto se realizó en la provincia de Galápagos, cantón San Cristóbal, Puerto Baquerizo Moreno, Avenida Alsacio Northia, con una latitud de:  $0^{\circ}53'44.9''S$ , y longitud de  $89^{\circ}36'31.1''W$



**Figura 1** *Ubicación geográfica del proyecto*

### Caracterización del lugar

El proyecto se llevó a cabo entre los meses de octubre 2022 a febrero 2023, en este período se presentaron dos estaciones diferentes; desde octubre a diciembre las temperaturas oscilan entre 18°C y 25°C, existe presencia de fuertes vientos y garúa. Mientras que desde enero a febrero empieza la temporada húmeda-caliente, con la presencia de lluvias y temperaturas que oscilan entre 22°C y 31°C (GADM San Cristóbal, 2021).

### Especies para cultivarse

Las especies que se utilizaron en este proyecto son tres hortalizas: pepino (*Cucumis sativus*), tomate (*Solanum lycopersicum*) y vainita (*Phaseolus vulgaris* L.); y dos frutas: melón (*Cucumis melo*) y sandía (*Citrullus lanatus*).

### Tiempo de experimentación

El proyecto tuvo una duración de 137 días, desde el 05 de octubre de 2022 hasta el 19 febrero de 2023

### Equipos y/o herramientas

**Tabla 1** Equipos y herramientas utilizadas

Equipos	Herramientas
Balanza digital	Baldes de 5 litros
Conductímetro Hanna Waterproof	Papel aluminio
Microscopio	Cinta de papel / cinta de embalaje transparente
	Hilo o cuerda fina

	<p>Cuartones de madera</p> <p>Turba</p> <p>Semillero</p> <p>Solución nutritiva</p> <p>Esponja</p> <p>Canastilla</p>
--	---

**Variables respuesta:**

**Tabla 2** *Variables estudiadas*

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Días a la cosecha</b>	Días que transcurrieron desde el trasplante hasta la cosecha del producto de cada planta	NA	Una vez a la semana
<b>Productos</b>	Contabilización de número de tomates, pepino, vainita, melón y sandía cosechados	NA	Conforme evolución de las plantas
<b>Peso de productos</b>	Pesaje de los productos cosechados	Balanza digital	Conforme cosecha de productos
<b>Longitud de productos</b>	Todos los pepinos cosechados, fueron medidos, desde la punta hasta el otro extremo	Regla gradual	Conforme cosecha de productos
<b>Plagas</b>	Registro de la existencia de plagas y cuales fueron su	NA	Tres veces a la semana desde su detección

	consecuencia en la producción		
<b>Controladores biológicos</b>	Registro de controladores biológicos existentes a lo largo del proyecto, y cuáles fueron los beneficios en la producción	NA	Tres veces a la semana desde su detección

### **Recolección y procedimiento de la información recolectada:**

Para la recolección de los datos se realizó la observación directa, en la cual se registró de manera documental los principales hallazgos del proyecto. Mientras que para el análisis de los datos se compararon los tiempos de evolución y producción de cada planta.



## RESULTADOS

El proceso de experimentación duró 137 días, tiempo en el cual fue posible la cosecha de 5 plantas correspondientes a pepino (n= 2), tomate (n=2) y vainita (n=1). La tabla 1 muestra los días a la floración, cosecha y/o pérdida de las plantas, las hortalizas como el pepino, tomate y vainita, tuvieron un crecimiento y evolución dentro de tiempos similares. Sin embargo, las frutas como el melón y la sandía no evolucionaron conforme la planificación inicial, y debido a varios factores de ambiente no fue posible la maduración de estas plantas para la posterior cosecha. En el caso de la sandía, la planta tuvo una sola fruta a los 49 días desde su florecimiento, sin embargo, al igual que el melón, ambas plantas murieron a los 70 y 83 días, respectivamente. Posiblemente otro manejo de la nutrición sea la responsable de esto.

Debido a factores externos y por condiciones de ubicación del proyecto, la segunda cosecha que estaba prevista hacerla a los 83 días desde el florecimiento del tomate y vainita, no se pudo concretar puesto que las hortalizas ya no se encontraban al momento de la cosecha, sin embargo, se prevé que el tomate pudo alcanzar una cosecha de 10 lb y la vainita 1 lb aproximadamente.

**Tabla 3.** *Días a la floración, cosecha y/o pérdida*

	<b>Pepino</b>	<b>Tomate</b>	<b>Vainita</b>	<b>Melón</b>	<b>Sandía</b>
<b>Días a la floración</b>	25	36	36	70	49
<b>Días a la cosecha</b>	54	70	70	NA	NA
<b>N° de plantas</b>	20	25	5	5	5

La cosecha del pepino se dio a los 54 días, con un total de 8 unidades cosechadas, con un peso promedio de 75,1 gr, y una longitud promedio de 12,63 cm (Tabla 2). El pepino de mayor medida que fue posible obtener tuvo un peso de 140 gr y un tamaño de 18 cm. Los tomates y vainita fueron cosechados a los 70 días, con un peso de 454 y 5 gr, respectivamente (Tabla 2).

**Tabla 4.** *Número del producto, peso y longitud según corresponda*

	<b>Pepino</b>	<b>Tomate</b>	<b>Vainita</b>
<b>Cosecha (unidades)</b>	8 (ocho)	4 (cuatro)	3 (tres)
<b>Peso (gr por uni)</b>	75.13	113.50	5
<b>Longitud (cm por uni)</b>	12.63	NA	NA

Dos Kratky de pepino se vieron afectadas por las larvas, lo que ocasionó la putrefacción de las raíces y una mala producción. Los pepinos cosechados presentaron gusanos blancos en su interior, por lo que no estuvieron aptos para su consumo (Tabla 3).

Se detectó la presencia de la mosca blanca en las plantas de tomate (Tabla 3), sin embargo, la mariquita ayudó a la erradicación de esta plaga, por lo que no se vio afectada la producción, ni necesidad de implementar ninguna aplicación foliar (Tabla 4). También se identificaron varios chinches, depredadores de larvas, sin embargo, no fue posible documentar esta acción (Tabla 4).

**Tabla 5. Plagas**

<b>Plagas</b>	<b>Descripción / Consecuencias en la producción</b>
<b>Larva</b>	Se detectó su presencia en todos los Kratky de pepino, causando putrefacción en la raíz y afectación al producto
<b>Bemisia tabaco (Mosca Blanca)</b>	Se detectó su presencia en las plantas de tomare, sin embargo, no causó mayor afectación en la producción

**Tabla 6. Controladores biológicos**

<b>Controladores Biológicos</b>	<b>Descripción / Beneficios en la producción</b>
<b>Podisus sagitta (Chinche)</b>	Se detectó su presencia en las plantas de tomate
<b>Coccinélidos (Mariquita)</b>	Erradicación de la mosca blanca presente en las plantas de tomate

## **CONCLUSIONES**

En el transcurso de la investigación de “Evaluación de sistemas hidropónicos Kratky para la producción de frutas y hortalizas en la isla San Cristóbal”, se determinó que la hidroponía Kratky ofrece un potencial sistema para producir hortalizas en las islas Galápagos, puesto que fue posible la producción de tomate, vainita y pepino, aunque con algunos inconvenientes en el crecimiento vegetal dadas por las condiciones climáticas de la isla, el sitio en el que se ubicaba el proyecto recibía exceso de luz solar y aguas lluvias.

A lo largo de la elaboración del presente proyecto se pudo comprender el impacto positivo de implementar ecotecnologías o aplicar nuevas tendencias que busquen reducir el impacto ambiental dentro de lugares considerados frágiles.

## **RECOMENDACIONES**

Es importante que para futuras investigaciones que se realicen en las islas Galápagos se consideren muchos factores ambientales, como la temporada en la cual se ejecute la producción a través de métodos hidropónicos, debido a que las condiciones climáticas de la isla pueden ser una variable que reduzca o limite los resultados esperados. Hacerlo bajo invernadero podría mejorar los resultados.

La ubicación geográfica del proyecto debe ser de acceso restringido, en donde intervengan solamente personal que conforme el grupo de investigación, puesto que al ser un área de libre acceso se puede producir inconsistencias durante la ejecución de los sistemas hidropónicos y en la cosecha de los productos, lo que produce que el proyecto no evolucione conforme la planificación inicial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroshow. (2020). *Hidroponía Ecuador – La Huerta Honfleur*. Recuperado el 02 de marzo de 2023, de Hidroponía Ecuador – La Huerta Honfleur:  
<https://agroshow.info/agroexponente/hidroponia-ecuador/#:~:text=La%20hidroponia%20es%20el%20trabajo,cual%20tiene%20sus%20respectivas%20herramientas.>
- Cajo, A. (2016). *PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA (Lactuca sativa L), BAJO EL SISTEMA NFT, CON TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS*. Recuperado el 22 de marzo de 2023, de PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA (Lactuca sativa L), BAJO EL SISTEMA NFT, CON TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20413.pdf>
- GADM San Cristóbal. (2021). *San Cristóbal Capital of Paradise*. Recuperado el 22 de marzo de 2023, de San Cristóbal Capital of Paradise:  
<https://sancristobalgalapagos.gob.ec/ditur/historia/>
- GroHo. (2020). *6 pasos para aplicar el método Kratky*. Recuperado el 02 de marzo de 2023, de 6 pasos para aplicar el método Kratky:  
<https://www.groho.es/post/6-pasos-para-aplicar-el-metodo-kratky>
- Guanochanga, S., & Betancourth, V. (mayo de 2010). Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de lechugas hidropónicas en la ciudad de Quito. En S. Guanochanga, & V. Betancourth, *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de lechugas hidropónicas en la*

*ciudad de Quito* (págs. 18-19). Quito: Universidad Politécnica Salesiana.

Recuperado el 02 de marzo de 2023, de Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de lechugas hidropónicas en la ciudad de Quito:

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4580>

PortalFrutícola. (19 de febrero de 2020). *Método Kratky en hidroponía para cultivar lechugas a muy bajo costo*. Recuperado el 2023 de marzo de 05, de Método Kratky en hidroponía para cultivar lechugas a muy bajo costo:

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/02/19/metodo-kratky-en-hidroponia-para-cultivar-lechugas-a-muy-bajo-costo/#:~:text=Este%20sistema%20est%C3%A1%20pensado%20para,los%20nutrientes%20y%20la%20planta.>

Salazar, G. (2001). Historia de la hidroponía y nutrición vegetal. Recuperado de:

[http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Historia\\_de\\_la\\_Hidroponia/Historia\\_de\\_la\\_Hidroponia.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Historia_de_la_Hidroponia/Historia_de_la_Hidroponia.htm)

**Anexo A: Sistema Kratky implementado para el cultivo de plantas de tomate, vainita, melón y sandía**



**Anexo B: Crecimiento de raíz planta de pepino**



### Anexo C: Larva

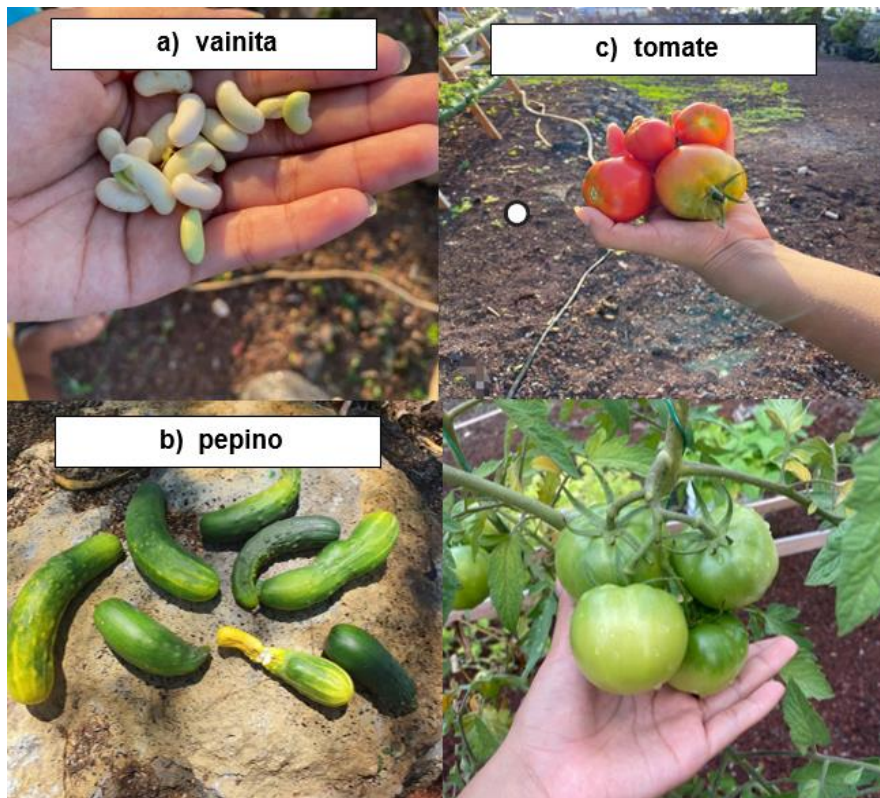


### Anexo D: Efectos de la larva





### Anexo E: Cosecha de, vainita, pepino y tomate



### Anexo F: Conductímetro

