



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN
HIDROPÓNICA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L), APIO (*Apium
graveolens* L) Y ACELGA (*Beta vulgaris* L), EN EL CANTÓN
RIOBAMBA-CHIMBORAZO.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: YAJAIRA MISHHELL PAGUAY ALLAUCA

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN
HIDROPÓNICA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L), APIO (*Apium
graveolens* L) Y ACELGA (*Beta vulgaris* L), EN EL CANTÓN
RIOBAMBA-CHIMBORAZO.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: YAJAIRA MISHHELL PAGUAY ALLAUCA

DIRECTOR: ING. MARCO ANIBAL VIVAR ARRIETA

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Yajaira Mishell Paguay Allauca

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Yajaira Mishell Paguay Allauca, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 06 de mayo de 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Yajaira Mishell Paguay Allauca', written over a horizontal line.

Yajaira Mishell Paguay Allauca

0604747400-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: (Escriba el proyecto que corresponda), **EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L), APIO (*Apium graveolens* L) Y ACELGA (*Beta vulgaris* L), EN EL CANTÓN RIOBAMBA-CHIMBORAZO**, realizado por la señorita: **YAJAIRA MISHHELL PAGUAY ALLAUCA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Pablo Israel Álvarez Romero. PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2024-05-06

Ing. Marco Aníbal Vivar Arrieta
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-05-06

Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova. PhD
ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-05-06

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por ayudarme a cumplir esta meta. A mis padres María del Carmen Allauca, Juan Paguay, quienes fueron el apoyo durante todo el transcurso de mi carrera estudiantil con su trabajo, esfuerzo y sacrificio. También dedico a mi abuelita Juana Chacha, a mis hermanas y hermano, quienes me apoyaron incondicionalmente, a mis tíos Carlos y Alex que pese a que no se encuentran cerca me apoyaron y confiaron en mí.

Yajaira

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme durante toda el proceso, por darme salud, sabiduría y las fuerzas necesarias para seguir adelante, luego a mis padres, hermanas, tíos y primos quienes me apoyaron, también doy gracias a mis amigas y amigos quienes estuvieron en los malos y en los buenos momentos junto a mí, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Recursos Naturales, y en especial a la carrera de Ingeniería Agronómica por brindarme una formación profesional, a todos los docentes que nos compartieron sus conocimientos para ser un buen profesional. En especial agradezco al Ing. Marco Vivar, Ing. Víctor Lindao y Ing. Pablo Álvarez, quienes me brindaron su apoyo y asesoramiento durante el proceso de este trabajo de investigación.

Yajaira

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Objetivo	2
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.2.2 <i>Objetivo específico</i>	2
1.3 Justificación	2
1.4 Hipótesis	3
1.4.1 <i>Nula</i>	3
1.4.2 <i>Alternativa</i>	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Evaluación económica	4
2.2 Evaluación financiera	4
2.3 Hidroponía	5
2.3.1 <i>Concepto</i>	5
2.3.2 <i>Características</i>	5

2.3.3	<i>Ventajas</i>	5
2.3.4	<i>Técnica</i>	6
2.3.5	<i>Solución Nutritivas</i>	6
2.4	Cultivo de Lechuga	9
2.4.1	<i>Origen</i>	9
2.4.2	<i>Importancia</i>	9
2.4.3	<i>Taxonomía</i>	10
2.4.4	<i>Etapas fenológicas</i>	10
2.4.5	<i>Descripción botánica</i>	11
2.4.6	<i>Requerimientos edafoclimáticos</i>	11
2.4.7	<i>Principales plagas y enfermedades</i>	12
2.5	Cultivo de apio	13
2.5.1	<i>Origen</i>	13
2.5.2	<i>Importancia</i>	14
2.5.3	<i>Taxonomía</i>	14
2.5.4	<i>Descripción botánica</i>	15
2.5.5	<i>Requerimientos edafoclimáticos</i>	15
2.5.6	<i>Principales plagas y enfermedades</i>	16
2.6	Cultivo de acelga	17
2.6.1	<i>Origen</i>	17
2.6.2	<i>Importancia</i>	17
2.6.3	<i>Taxonomía</i>	17
2.6.4	<i>Etapas fenológicas</i>	18
2.6.5	<i>Descripción botánica</i>	18
2.6.6	<i>Requerimientos edafoclimáticos</i>	19
2.6.7	<i>Principales plagas y enfermedades</i>	19

CAPÍTULO III

3.	Materiales y Métodos	21
3.1	Características del lugar	21
3.1.1	<i>Localización</i>	21
3.1.2	<i>Ubicación geográfica</i>	21
3.1.3	<i>Condiciones climatológicas</i>	21
3.2	Materiales y equipos.....	22
3.2.1	<i>De escritorio.....</i>	22
3.2.2	<i>De campo</i>	22
3.2.3	<i>Materiales biológicos.....</i>	22
3.2.4	<i>Materiales Químicos.....</i>	23
3.3	Métodos	23
3.3.1	<i>Metodología</i>	23
3.3.2	<i>Manejo del ensayo</i>	23
3.3.3	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	25

CAPÍTULO IV

4.	Resultados y discusiones	27
4.1	Alturas de los cultivos	27
4.2	Pesos de los cultivos.....	28
4.3	Días a la cosecha	28
4.4	Rendimiento Por Hectárea	29
4.5.....	Frecuencia (%) de productores que aceptan los productos y el sistema hidropónico.....	29
4.5.1	<i>Edad de los encuestadores</i>	29
4.5.2	<i>Ocupación de los encuestadores</i>	30
4.5.3	<i>Conocimiento sobre hidroponía.....</i>	30
4.5.4	<i>Disposición en implementar el sistema hidropónico</i>	31
4.5.5	<i>Benéficos del sistema hidropónico.....</i>	32

4.5.6	<i>Consumo de productos hidropónicos</i>	32
4.5.7	<i>De acuerdo con pagar un precio más alto por el producto</i>	33
4.5.8	<i>Porcentaje más a pagar por el producto</i>	34
4.5.9	<i>Implementación del sistema hidropónico</i>	34
4.5.10	<i>Diversificar la producción agrícola</i>	35
4.5.11	<i>Preferencia del tipo de Hortaliza</i>	36
4.5.12	<i>Factores que influyen en la elección</i>	36
4.6	Análisis financiero	37
4.7	Análisis económico utilizando la relación beneficio costos	40
4.8	Discusiones	40

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1	Conclusiones	43
5.2	Recomendaciones	43

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Rangos de concentración de los nutrientes.....	8
Tabla 2-2:	Rangos de concentración de los nutrientes en lechuga.....	8
Tabla 2-3:	Taxonomía del cultivo de lechuga.....	10
Tabla 2-4:	Descripción botánica de la lechuga	11
Tabla 2-5:	Descripción taxonómica del apio	14
Tabla 2-6:	Descripción taxonómica de acelga	17
Tabla 3-1:	Condiciones climatológicas de la ciudad de Riobamba	21
Tabla 3-2:	Cantidad de Fertilizantes para la solución nutritiva	24
Tabla 3-3:	Delineamiento experimental.....	25
Tabla 3-4:	Lista de tratamientos con sus nombres científico y comunes.....	26
Tabla 4-1:	Peso de los cultivos	28
Tabla 4-2:	Días a la cosecha	29
Tabla 4-3:	Rendimiento de los cultivos.	29
Tabla 4-4:	Calculo de capital de trabajo para los cultivos por hectárea.....	37
Tabla 4-5:	Van y Tir del cultivo de lechuga	38
Tabla 4-6:	VAN/TIR del cultivo de acelga.....	38
Tabla 4-7:	VAN/TIR del cultivo de apio	39
Tabla 4-8:	Benéfico /Costo de los cultivos	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Pulgón de lechuga- <i>Nasonavia ribisnigri</i>	12
Ilustración 2-2:	Trips de la lechuga- <i>Franliniella occidentalis</i>	12
Ilustración 2-3:	Pudrición blanca en lechuga- <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	13
Ilustración 2-4:	Oídio en lechuga - <i>Erysiphe cichoracearum</i>	13
Ilustración 3-1:	Localización.....	21
Ilustración 4-1:	Altura del cultivo de lechuga	27
Ilustración 4-2:	Alturas del cultivo de acelga.....	27
Ilustración 4-3:	Altura del cultivo de apio.....	28
Ilustración 4-4:	Edad de los encuestadores	30
Ilustración 4-5:	Ocupación de los encuestados	30
Ilustración 4-6:	Conocimiento sobre hidroponía	31
Ilustración 4-7:	Disposición en implementar el sistema hidropónico	31
Ilustración 4-8:	Beneficios del sistema hidropónico	32
Ilustración 4-9:	Consumo de productos Hidropónico	33
Ilustración 4-10:	De acuerdo con pagar un precio más alto por el producto.....	33
Ilustración 4-11:	Porcentaje más a pagar por el producto	34
Ilustración 4-12:	Implementación del sistema hidropónico	35
Ilustración 4-13:	Diversificar la producción agrícola.....	35
Ilustración 4-14:	Preferencia del tipo de Hortaliza.....	36
Ilustración 4-15:	Factores influyen en la elección.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO B:** PRUEBA DE PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA
- ANEXO C:** IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HIDROPÓNICO NFT
- ANEXO D:** COSECHA DE LOS CULTIVOS DE LECHUGA. ACELGA. APIO
- ANEXO E:** ENCUESTA APLICADA A LOS AGRICULTORES Y HABITANTES DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA
- ANEXO F:** COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LECHUGA
- ANEXO G:** COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ACELGA
- ANEXO H:** COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE APIO

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación tuvo la finalidad de evaluar socioeconómicamente el método de producción hidropónica en tres cultivos: lechuga (*Lactuca sativa* L), apio (*Apium graveolens* L) y acelga (*Beta vulgaris* L), en el Cantón Riobamba-Chimborazo. Para esto, se llevó a cabo la implementación del sistema hidropónico, se tomaron datos para conocer la productividad de los cultivos; también se realizó encuestas para evaluar el nivel de aceptación del sistema por parte de habitantes y productores en la zona urbana de Riobamba. Además, se realizó un análisis económico y financiero de la implementación. Los resultados en la productividad se obtuvo un rendimiento en lechuga, con 38,09 toneladas por hectárea, seguida por la acelga con 37 toneladas por hectárea y el apio con 33 toneladas por hectárea. En la encuesta se obtuvieron que el 99% de encuestas aceptan la implementación del sistema hidropónico; adicionalmente se realizó la evaluación económica y financiera en donde la relación beneficio-costos en los tres cultivos fueron positivos, pero con una mayor rentabilidad el cultivo de lechuga con un TIR de 45.77% y B/C de \$2,73, lo que nos indica que por cada dólar invertido la ganancia es de \$1,73. Por lo que se concluye que la implantación de sistema hidropónico es aceptada por los habitantes de Riobamba, lo que resulta que este proyecto sea viable socialmente y factible económica y financieramente es rentable con el cultivo de lechuga. Se recomienda priorizar el cultivo de lechuga en el sistema hidropónico, ya que presenta mayor rentabilidad.

Palabras clave: < EVALUACIÓN SOSIOECONÓMICA >, < PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L), APIO (*Apium graveolens* L) Y ACELGA (*Beta vulgaris* L)>, < RENTABILIDAD>, < ACEPTACIÓN DEL SISTEMA>, < ANÁLISIS ECONÓMICO >, <RIOBAMBA (CANTÓN) >.



ABSTRACT

This investigation aimed to evaluate socioeconomically the hydroponic production method in three crops: lettuce (*Lactuca sativa L*), celery (*Apium graveolens L*) and chard (*Beta vulgaris L*), in *Riobamba-Chimborazo* in which the hydroponic system was implemented, data was gathered to know the productivity of the crops; surveys were also carried out to evaluate the level of acceptance of the system by the inhabitants and producers in the urban area of *Riobamba*. In addition, an economic and financial analysis of the implementation was also carried out. Productivity results showed a yield of 38.09 tons per hectare for lettuce, chard with 37 tons per hectare and celery with 33 tons per hectare. The survey showed that 99% of the respondents accepted the implementation of the hydroponic system. Besides, the economic and financial evaluation was carried out where the benefit-cost ratio for the three crops was positive, but with a higher profitability for the lettuce crop with an Internal Rate of Return (IRR) of 45.77% and a Benefit/Cost (B/C) ratio of \$2.73, which indicates that for every dollar invested, the profit is \$1.73. It is concluded that the implementation of the hydroponic system is accepted by the inhabitants of *Riobamba*, which means that this project is viable, feasible and profitable with the crop of lettuce. It is recommended to prioritize this crop in the hydroponic system, as it is more profitable.

Keywords: <SOCIO-ECONOMIC EVALUATION >, <HYDROPONIC PRODUCTION HYDROPONIC> <LETTUCE (*Lactuca sativa L*)>, <CELERY (*Apium graveolens L*)> <CHARD (*Beta vulgaris L*)>, < PROFITABILITY>, < ACCEPTANCE OF THE SYSTEM>, <ECONOMIC ANALYSIS>, <RIOBAMBA (CANTON) >.



Esthela Isabel Colcha Guashpa
06030206708

INTRODUCCIÓN

Con el transcurso de los años la producción agrícola se ha convertido en una de las fuentes primordiales para la economía. Debido al deterioro de los suelos agrícolas, las condiciones climáticas cambiantes y más demanda de alimentos, por lo que han buscado diferentes métodos agrícolas que puedan cubrir todos los problemas, uno de los métodos que más les han llamado la atención es el método Hidropónico (Vanipriya et al., 2021, pág.5034).

Según Choque (2021, pág.1), un sistema de producción que ha generado interés es la hidroponía, por la variedad de beneficios que se obtiene. En el mundo los cultivos hidropónicos han generado mayores ingresos económicos y esto ha atraído a los agricultores a tomar el reto de producir alimentos en poca superficie y sin suelo.

La técnica hidropónica, es un sistema en donde se cultivan sin suelo, y los nutrientes se proporcionan a través de soluciones nutritivas, está siendo utilizada cada vez más. Los sistemas hidropónicos han ganado popularidad gracias a innovaciones en iluminación, plásticos y ciencia vegetal (Gilmour et al., 2019, pág.707).

La hidroponía puede ofrecer varias ventajas sobre la agricultura convencional, incluyendo un uso más eficiente de los recursos, un menor consumo de agua, mayores rendimientos de los cultivos y una mejor salud de las plantas (Sivaleela, M., et al., 2023, pág.675).

El presente proyecto se desarrolló para evaluar social y económica el método de producción hidropónica en lechuga, acelga y apio para conocer si las personas se interesan en fomentar un nuevo sistema de producción sin la necesidad de suelo.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El deterioro de los suelos agrícolas, las condiciones climáticas, cultivos contaminados y más demanda de alimentos que existe por la falta de alternativas productivas agrícolas a nivel de productores y habitantes de la ciudad de Riobamba.

Han buscado diferentes métodos agrícolas que puedan cubrir todos los problemas, uno de los métodos que más les han llamado la atención es el método Hidropónico (Vanipriya et al., 2021, pág.5034).

1.2 Objetivo

1.2.1 *Objetivo general*

Evaluar socioeconómicamente el método de producción hidropónica en tres cultivos: lechuga (*Lactuca sativa* L), apio (*Apium graveolens* L) y acelga (*Beta vulgaris* L), en el Cantón Riobamba-Chimborazo.

1.2.2 *Objetivo específico*

- Analizar la productividad de las especies en el sistema hidropónico.
- Evaluar el nivel de aceptación del sistema hidropónico por parte de productores y habitantes de Riobamba.
- Realizar un análisis económico y financiero de la implementación del sistema hidropónico.

1.3 Justificación

Con el transcurso de los años la agricultura se ha convertido en una de las fuentes para la economía. Debido al deterioro de los suelos, las condiciones climáticas, la contaminación, el aumento de la demanda de alimentos los agricultores han buscado nuevos métodos o alternativas de cultivar por lo que surge la hidroponía como una alternativa a la agricultura tradicional, su principio es disminuir los factores limitantes para el crecimiento vegetal asociados a las características del suelo, es un método de cultivar en el cual las raíces de las plantas reciben los nutrientes esenciales

para su desarrollo a través de soluciones minerales. Los agricultores pierden más en sus producciones por la erosión de los suelos, gastan más en controlar plagas y enfermedades, no tiene productos de buena calidad. (Vanipriya et al., 2021, pág.5034).

Por ello la necesidad de evaluar socioeconómicamente el método de producción hidropónica, como alternativa para mejorar la calidad de vida de las personas de la zona urbana de Riobamba, ya que es una opción para cada una de las personas tengan en su casa cultivos menos contaminados, a su alcance y los agricultores tengan cultivos en menor tiempo, un mayor control de plagas y enfermedades, condiciones climáticas, productos de mejor calidad.

El sistema hidropónico NFT (técnica de película nutritiva), es un método que no requiere suelo, trabaja con una mezcla de agua más soluciones nutritivas va a depender el cultivo. (Calle, 2022, pág.2)

El aporte de la investigación está relacionada a nivel, social y económica. A nivel social, busca conocer el nivel de aceptación del sistema hidropónico; económico, busca dar a conocer el costo de implementar un sistema hidropónico, a los productores y habitantes de la zona urbana de la ciudad Riobamba.

Lo que se prevé lograr con esta investigación es que los habitantes y los productores conozcan que existe alternativas como la hidroponía para cultivar productos de mejor calidad y menos contaminado, obtendrán conocimientos sobre la implementación, el manejo y que se puede implementar en un espacio pequeño, el tiempo de cosecha, mayor control de enfermedades.

Es importante mencionar que esta investigación se realizó dentro del proyecto de vinculación denominado "Generación e implementación de alternativas tecnológicas para los sistemas de producción agropecuario forestales de la agricultura familiar."

1.4 Hipótesis

1.4.1 Nula

Ninguno de los cultivos en el sistema hidropónico es viable social y económicamente.

1.4.2 Alternativa

Al menos uno de los cultivos en el sistema hidropónico es viable social y económicamente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Evaluación económica

En el Ecuador la economía es primordial en diferentes sectores, agropecuarios e industriales por el impacto positivo que genera, con el transcurso del tiempo implementaron políticas con el objetivo de obtener altas producciones en los diferentes sectores (García et al., 2019, pág.116).

La evaluación económica en los proyectos compara la inversión y los costos, esto lo realizan: determinando el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), beneficio costo, para así conocer un punto de equilibrio y el periodo de recuperación (Güequen, 2018, pág.26).

Según Oñate (2019, pág.6), evaluación económica es una fracción del final de los proyectos de inversión demuestran que existe la posibilidad de ejecutar, al obtener la información aplican métodos de evaluación económica el valor presente neto indica la diferencia del valor que se tiene al inicio y el valor del dinero que se obtiene al final, con el fin de conocer si es eficiente la inversión total que se ha realizado y conocer el rendimiento durante su vida útil.

2.2 Evaluación financiera

Es la última etapa que se realiza para conocer el estado del proyecto, su prioridad es ordenar y sistematizar toda la información encontrada anteriormente, elaborando diferentes análisis para conocer la rentabilidad, en cuanto a la sistematización de información ayuda a conocer y priorizar los ítems de inversión tanto como costos e ingresos con la ayuda de estudios anteriores. Lo que busca es calcular el precio que necesita para invertir en el proyecto (Guzmán et al, 2019, pág.26).

Como afirma Güequen (2018, pág.26), el estudio financiero en los proyectos busca determinar costos fijos y variables, el dinero total que requiere para ejecutar, esto lo consigue buscando información de diferentes fuentes que utiliza para determinar el estudio, y así conocer la proyección de los proyectos, el estudio financiero tiene una finalidad de un costeo gerencial para la evaluación financiera

2.3 Hidroponía

2.3.1 Concepto

Hace 570 millones de años las plantas por primera vez se desarrollaban en un medio acuoso debido a que el suelo no tenía las condiciones necesarias. La hidroponía es una técnica agrícola que permite cultivar plantas sin la necesidad de suelos, con mayor producción, rendimiento, y cultivos menos contaminados (Abad et al., 2020, p.6).

Los agricultores ahora pueden reemplazar la luz solar inconsistente con luz eléctrica, reutilizar el agua de riego, apilar los cultivos verticalmente y controlar precisamente los niveles de los nutrientes que se deben aplicar, para el crecimiento de las plantas. En 2014, las ventas de cultivos de invernadero en Estados Unidos alcanzaron cerca de 800 millones de dólares, y aproximadamente el 63% de esta cantidad fue producida hidropónicamente (Gilmour et al., 2019, pág.707).

Ha ganado mucha popularidad en los últimos años por su potencial para revolucionar la forma en que cultivamos y producimos alimentos. Esta técnica implica cultivar plantas en soluciones acuosas ricas en nutrientes en lugar de usar los sistemas tradicionales basados en el suelo (Sivaleela, M., et al., 2023, pág.675).

2.3.2 Características

Los sistemas hidropónicos se utilizan frecuentemente para estudiar la absorción y traslocación de contaminantes químicos por parte de las plantas, ya que proveen un medio nutritivo más homogéneo para las plantas con menor riesgo de enfermedades transmitidas por el suelo (Sumei et al., 2022, p. 2).

El incremento que puede generar un cultivo hidropónico en producción es de un 30 a 50% que es mayor a cultivar en suelo, por lo que este sistema es eficiente (Pinedo, 2022, pág.6).

2.3.3 Ventajas

Un sistema hidropónico tiene muchas ventajas como las que se va a mencionar:

- Ahorra y conserva el agua
- Es una manera de utilizar correctamente los recursos

- Reduce en mayor cantidad la utilización de pesticidas
- Producción en sitios donde la tierra es infértil o no tengan
- Mayor control en enfermedades (Vargas, 2022, pág.26).

Este sistema tiene muchas ventajas de las cuales:

- La humedad es constante en las raíces
- Producción en climas diferentes no importa
- Enfermedades que puede causar el suelo, en este sistema es menor
- Producción de buena calidad (Oñate, 2019, pág.5).

2.3.4 Técnica

Técnica de Película Nutritiva (NFT)

En inglés Nutrient film Technique, es una de las técnicas que más utilizadas en sistemas hidropónicos. Consiste en la utilización de bomba, tubos de PVC en los cuales se colocan las plantas. Estos tubos reciben los nutrientes que se colocan en el agua. La técnica implica la constante recirculación del agua con los nutrientes que necesite el cultivo (Vargas, 2022, pág.28).

En el sistema la solución nutritiva se mueve desde el tanque hasta el inicio de los tubos con la ayuda de una bomba, es primordial que no se permita el paso de luz con el fin de evitar el calentamiento de la solución, el movimiento de la solución se puede hacer en diferentes tiempos. Con la finalidad de que la planta sea arrastrada y permita la absorción a las raíces con un caudal de 1 a 2 l/minuto (Castañares, 2020, pág.3).

Según Pachón, (2020, pág.30), el sistema NFT sobresale más que los otros sistemas por ofrecer una mayor calidad obtenida de diferentes hortalizas, en corto periodo y rendimiento. La técnica NFT implica un flujo interrumpido de solución de nutrientes, eliminando la necesidad de un temporizador utilizando las bombas sumergibles.

2.3.5 Solución Nutritivas

Es un medio acuoso donde está disueltos los nutrientes importantes para el desarrollo y crecimiento del cultivo donde debe contener: los macronutrientes más demandados son Nitrógeno(N), Fósforo(P), Potasio(K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg); los micronutrientes como Hierro (Fe),

Molibdeno (Mo), Manganeso (Mn), Boro(B), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y Níquel (Ni), estos elementos se encuentran en forma de iones que son asimilable para la planta (Aguilar, 2022, pág.12). La solución nutritiva contiene los elementos esenciales que requiere la planta para un correcto crecimiento. Contiene algunos quelatos que son orgánicos como el fierro y micronutrientes. Al elegir una solución nutritiva, debe ser con respecto a la necesidad específicas que tienen cada cultivo (González, 2020, pág.21).

2.3.5.1 Monitoreo de la solución nutritiva

pH. - Conocer la alcalinidad o acidez de la solución es importante, ya que depende del pH que tenga, lo cual puede existir una alteración en la disponibilidad de los nutrientes y afectar el crecimiento de las plantas. Se recomienda que el pH se encuentre entre 5,5 y 7,0 para un óptimo desarrollo. Para mantener dentro de este rango, es necesario monitorear constantemente con un pH metro. Si el pH se encuentra demasiado alto, se recomienda reducir con ácido nítrico o fosfórico de uso agrícola (Castañares, 2020, págs.12-13).

Con el pasar del tiempo y el desarrollo de la planta, existe la posibilidad de que exista agotamiento desigual de los nutrientes, También la cantidad de agua en la solución disminuirá gradualmente lo que puede afectar el equilibrio del pH., ya que la planta puede deponer sustancias ácidas o alcalinas en el medio de circulación. Por todas las causas mencionadas es importante monitorear regularmente la composición de la solución nutritiva y ajustar según sea la necesidad. (González, 2020, pág.11).

Conductividad Eléctrica. -La cantidad de soluciones nutritiva hidropónica indica el porcentaje de sales disueltas presentes en el agua. La conductividad eléctrica (CE) muestra las cantidades de fertilizante disponible para el cultivo. El rango óptimo de CE está generalmente entre 1.2 y 1.8 dS/m. Para el cultivo de lechuga, tiene una óptima tolerancia de 1.3 dS/m (Aguilar, 2022, pág.10).

Oxigenación del agua. - Favorece el crecimiento de las raíces y de la planta, el valor ideal de oxígeno de 8-9 mg/l en la solución nutritiva esto ayudara a que se desarrolle con normalidad el cultivo, la cantidad de oxígeno disminuye con el pasar del tiempo ocasionan que exista la presencia de hongos y bacterias en los tubos, en el sistema NFT no es necesario ya que al momento de recorrer por todos los tubos y al caer en el recipiente constantemente ocurre la oxigenación (Rodríguez, 2021, pág.13).

Temperatura. – La temperatura influye en la disponibilidad de oxígeno. Solución nutritiva reduce el oxígeno disuelto con el aumento de temperatura, por lo contrario, ocurre con la

capacidad de difusión de este, por lo que llegan a compensarse sin tener un equilibrio. (Desiderio, 2021, pág.9)

Soluciones nutritivas utilizadas en hidroponía

Intervalo de concentración nutrimental de soluciones nutritivas para varios cultivos

Tabla 2-1: Rangos de concentración de los nutrientes

Nutrimento	Schwarz (1975), Douglas (1976), FAO (1990) Y Resh (1992)
	mg/L
Nitrógeno (N)	150-300
Fósforo (P)	40-60
Potasio (K)	200-400
Calcio (Ca)	150-300
Magnesio (Mg)	30-60
Azufre (S)	100-400
Hierro (Fe)	0.5-3.0
Manganeso (Mn)	0.5-1.0
Boro (B)	0.5-1.0
Cobre (Cu)	0.005-0.10
Cinc (Zn)	0.05-0.10
Molibdeno (Mo)	0.001-0.10

Fuente: (Fertilab, 2023)

Realizado por: Paguay Yajaira., 2023.

Tabla 2-2: Rangos de concentración de los nutrientes en lechuga

Nutriente mg/lts	Shippers 1980	Ananda 2000	Premunis 2006	Valverde 2009	Scuderi 2009
N	205	198	252	190	212
	195	135	.....	130	198
	10	63	.....	60	14
P	50	70	54	35	57
K	210	228	312	210	234

CA	190	143	169	150	170
MG	30	30	48	45	40
S	39	117	65	70	48
FE	3	1.5	0.35	1	.....
CU	0.06	0.03	0.32	0.1	.....
MN	0.5	0.3	0.78	0.5	.....
MO	0.1	0.005	0.35	.....	.....
ZN	0.08	0.03	0.48	1.15	.....

Fuente: (Rojas, 2019)

Realizado por: Paguay Y., 2023.

2.4 Cultivo de Lechuga

2.4.1 Origen

Es una planta anual, su origen es del sur de Europa y desde el año 2.500 en la antigua Grecia y Roma, el origen de este cultivo no está muy claro ya otros autores indican que es de la India; La información de las primeras lechugas son las que tiene hojas sueltas (Rodríguez, 2021, pág.14).

El consumo de este cultivo en el mundo es primordial en las dietas de las personas por su contenido de vitamina C, sus sales minerales que contiene son de rápida absorción y hierro, el consumo de esta hortaliza es en ensaladas, es conocido por sus propiedades relajantes.

2.4.2 Importancia

Ecuador tienen condiciones ambientales favorables en donde se puede obtener producciones agrícolas de buena calidad, el cultivo de lechuga se encuentra en segunda posición en la provincia de Chimborazo con una extensión de 2125 ha y con 315 toneladas en la producción, en Tungurahua tiene una producción de 518 toneladas en una superficie de 3632 ha (Hernández, 2023, pág.17).

En hidroponía el cultivo de lechuga es uno de los principales cultivos a nivel mundial como en el país. La Organización de las Naciones Unidas indica que en el mundo hay 24.976.318 t de lechuga, con el pasar el tiempo la producción ha seguido aumentando. China se encuentra el primer lugar con mayor producción con un 54,67% y Estados Unidos de América se encuentra en segundo lugar con una producción de 15,18% (Pérez, 2021, pág.2).

2.4.3 Taxonomía

Tabla 2-3: Taxonomía del cultivo de lechuga

Taxonomía de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliosida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Subfamilia:	Cichorioidea
Tribu:	Lactuceae
Género:	<i>Lactuca</i>
Especie:	<i>Lactuca sativa</i> L.

Fuente: Carguachi, 2022 (p.10).

Realizado por: Paguay Y., 2023.

2.4.4 Etapas fenológicas.

Según Carguachi, (2022, pág.14) la:

- Etapa inicial

Es el inicio en donde la planta comienza a desarrollar más sus raíces, el tiempo de esta etapa es de 15 a 20 días, con un número de hojas que puede ser entre 4-5 hasta la aparición de nuevas hojas verdes.

- Etapa de desarrollo

En esta fase comienza la formación de la roseta en un tiempo de 20 a 30 días en donde aparecen hojas verdaderas, sus hojas se ensanchan en lugar de alargarse.

- Etapa intermedia

Comienza a formarse la cabeza dura entre 15 a 20 días su formación una vez transcurrida este tiempo se cosechará, las nervaduras que estan en el centro toman una curvatura quedando envueltas unas con otras.

- Etapa final

Es la terminación cuando ya está madura y lista para ser cosechada esto ocurre luego de haber terminado la etapa intermedia entre los 10 a 15 días, en la cosecha se toma en cuenta que las hojas sean de buena calidad, color y textura (Carguachi, 2022, pág. 15-16).

2.4.5 Descripción botánica

Tabla 2-4: Descripción botánica de la lechuga

Descripción	
Raíz	Fibrosa, pivotantes, alcanzan una longitud de 25 cm
Tallo	Blandas, cortos cilíndricos y cubierto de mucho follaje
Hojas	Desplegables al inicio, colocadas en rosetas va a depender de la variedad que pueden tener bordes ondulados, aserrados o lisos
Flores	Color amarillo pálido su único ovulo maduro es la semilla
Semilla	De color negro, gris, amarillo o blando su forma es plana y picuda

Fuente: Ricardo, 2019.

Realizado por: Paguay Y., 2023.

2.4.6 Requerimientos edafoclimáticos

Clima. –En la germinación la temperatura optima es de 15 a 20 °C, se puede identificar si la temperatura es baja cuando las hojas se tornan de color rojizo, sus raíces no crecen y en temperaturas altas acelera la floración provocando que sus hojas tengan un sabor amargo (Rivera, 2023, pág.24).

Suelo. – Requiere gran cantidad de materia organica, con un excelente drenaje, no toleran la acidez se adaptan a suelos ligeramente alcalinos, con un pH óptimo de 6.7-6.4.

Agua. – Tiene un sistema radicular pequeño comparado con la parte aérea, humedad adecuada es 60 y 80% (Rivera, 2023, pag.25).

2.4.7 Principales plagas y enfermedades

2.4.7.1 Pulgón de lechuga: *Nasonavia ribisnigri* (Hemiptera: Aphidae)



Ilustración 2-1: Pulgón de lechuga-*Nasonavia ribisnigri*

Fuente: Patricia, 2018.

Realizado por: Paguay Y., 2023.

El daño es directo sobre la planta, transmiten virus, atacan en el ápice desde dentro hacia fuera evitando a que se desarrolle la lechuga, este insecto se encuentra en hojas apicales, media y basales, el daño es de la hoja que se enrollan (Patricia, 2018, pág.1).

2.4.7.2 Trips de la lechuga-*Franliniella occidentalis*



Ilustración 2-2: Trips de la lechuga-*Franliniella occidentalis*

Fuente: Estay, 2018.

Realizado por: Paguay Y., 2023.

Ocasionalmente causan daños tanto directos como indirectos provocando oxidación en la cara interna de las hojas, comenzando de forma redonda con un color plateado hasta cubrir toda la hoja, los daños indirectos lo transmiten virus como el bronceado del tomate y virus de la mancha necrótica, esta plaga puede provocar la muerte, provocando pérdidas económicas, se puede controlar mediante la eliminación de maleza (Estay, 2018, pag.2).

2.4.7.3 Pudrición blanca en lechuga- *Sclerotinia sclerotiorum*



Ilustración 2-3: Pudrición blanca en lechuga- *Sclerotinia sclerotiorum*

Fuente: Godoy C. et al, 2018.

Realizado por: Paguay Y., 2023.

Ocasiona la muerte de la planta, en cultivos hidropónicos también puede aparecer durante el transplanta hasta la cosecha, el inicio de esta enfermedad se observa una forma acuosa desde la raíz hacia las hojas, en los tejidos aparece micelio de color blanco y esclerocios al inicio, con el pasar del tiempo se torna de color negro. Los métodos de control: es elimina plantas afectadas, se tiene que controlar el agua para que no exista un empozamiento en el cultivo ya que ayudaría a desarrollarse la enfermedad. (Godoy C. et al., 2018, pág.34).

2.4.7.4 Oídio en lechuga - *Erysiphe cichoracearum*



Ilustración 2-4: Oídio en lechuga - *Erysiphe cichoracearum*

Fuente: Godoy C. et al, 2018.

Realizado por: Paguay Y., 2023.

Se desarrolla en temperatura media, a una alta humedad, se puede identificar como manchas pulverulentas que contienen micelio de color blanquecino en ambos lados de la hoja afectando la calidad del producto, el método de control: mediante monitoreo constante de cultivo, eliminar fuentes de inoculación (Sepúlveda, 2018, pág.1).

2.5 Cultivo de apio

2.5.1 Origen

Es originario del Mediterráneo, consideran que también es originario de Himalaya Y el Cáucaso. Los egipcios, romanos y griegos el año 1000 A.C; utilizaron el cultivo de apio para crear medicinas, ceremonias religiosas. En Francia en 1923 utilizaron como fuente de consumo, de forma terapéutica. (Figuerola, 2022, pág. 21).

Tenorio (2020, pág.11) menciona, el apio silvestre se encontró en Europa y Nueva Zelanda. Este cultivo con el pasar de los años lo han considerado como un purificador para la sangre, el consumo es en ensaladas y para las sopas.

2.5.2 *Importancia*

El cultivo con el pasar los años ha generado en la agricultura un sustento económico, se comercializa en mercados locales. Es rico en nutrientes, potasio, fósforo, calcio y vitaminas. En Ecuador la producción mayor está en lugares de Tungurahua, Chimborazo y Pichincha, el consumo de este producto es de 400.000 y 500.00 kg en el mes, su comercialización y distribución se encuentra en Ambato; Tungurahua tiene 12 Ha del cultivo de apio. En Colombia las hortalizas han generado un incremento del 30% en las exportaciones (Diaz, 2022, pág.35).

En Hidroponía el cultivo de apio puede llegar a tener una altura de 39,69 cm; con un diámetro de 1,76 cm, el peso de la planta sin raíz 183.00g, el resultado al implementar un sistema hidropónico con este cultivo tiene varias ventajas importantes, como el aumentar la producción. (Figuerola, 2022, pág. 29).

2.5.3 *Taxonomía*

Tabla 2-5: Descripción taxonómica del apio

Taxonomía de apio	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliosida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Apiales
Familia:	Apiaceae (Umbelíferas)
Género:	<i>Apium</i>
Especie:	<i>Apium graveolens</i> L.

Fuente: Armijos, 2022(pág.7).

Realizado por: Paguay Y., 2023.

2.5.4 *Descripción botánica*

Según Díaz (2022, pág.3) hace referencia a:

Raíz: La raíz de este cultivo es pivotante, profunda con varias raíces secundarias y terciarias.

Tallo: La altura puede llegar a ser de 30 a 80 cm va a depender del manejo que se realice, con un color blanco o verde intenso con ensanchamiento en la base.

Usiña, (2023, pág.38) nos indica que las:

Hojas: Sus hojas tienen forma de corona, las hojas jóvenes con el peciolo pueden formar el corazón de la planta, el peciolo grueso.

Semilla: una duración de germinación es de una media de 5 años, en un gramo de semilla están 2.500 unidades la duración desde la planta a la recolección transcurre 4 meses.

2.5.5 *Requerimientos edafoclimáticos*

El suelo para este cultivo tiene que contener mayor cantidad de materia orgánica, con un **pH** de 6 a 8, su tolerancia a la **salinidad** es de 2-3 mmhos/cm, en las últimas semanas necesita mayor nivel de nitrógeno, son sensibles cuando existen escases de calcio provocando alteraciones fisiológicas en los tejidos jóvenes de la planta, afectando el crecimiento, la falta de magnesio provoca clorosis en hojas viejas afectando el desarrollo, para lo cual se puede aplicar sulfato de magnesio y la falta de boro en este cultivo se puede observar que se forman líneas pardas necróticas (Morales 2022, pág.4).

Morales (2022, pág. 10) nos indica que la:

Temperatura. – El nivel óptimo de la temperatura es de 15 y 21 °C, para lograr un desarrollo máximo.

Luminosidad. – La luz es uno de los factores indispensables ya que interviene en el movimiento que realiza la planta por efecto de la luz azul, para la producción de energía.

Humedad relativa. – En el cultivo de apio su humedad tiene que ser de 30 a 70%, si existe valores que sobrepasan el 70% y menores de 30% la planta tendría efectos negativos provocando daños en el cultivo.

2.5.6 Principales plagas y enfermedades

2.5.6.1 Áfidos (*Mysus persicae*)

Los pulgones ocasionan daños directos, son vectores de enfermedades viróticas, su forma de alimentarse es picando la epidermis provocando deformaciones en las hojas. La manera de identificar es cuando las hojas cambian a un color amarillo. Para combatir esta plaga existen depredadores de pulgones como la *Coccinella Septempuncta* y también parásitos himenópteros que inyectan larvas en el interior del pulgón provocando la muerte. (Calle, 2023, pág.30).

2.5.6.2 Mosca del Apio (*Phylophyllo heraclei* L)

Esta plaga se observa en plantas jóvenes, incorporan huevos en las hojas, en donde las larvas se penetran al interior de las hojas, entre la epidermis provocando daños en los tejidos de las hojas. Su control se realiza al instante de ver afectaciones no muy avanzadas (Infoagro, 2022).

2.5.6.3 *Cercospora apii*

Causada por un hongo, el clima es un factor primordial para su desarrollo, animales, los trabajadores, ayudan a movilizar a *Cercospora apii*. La forma de identificar es que aparecen como: manchas de color amarillas son muy notorias, textura de papel, crecimiento acelerado, manejo adecuado deshacerse de hojas afectadas, usar semillas sanas (Armijos, 2022, pág.12).

2.5.6.4 Bacteriosis (*Erwinia Carotovora*)

Es causado por un hongo, su medio de transmisión es por el viento y agua, se inserta por heridas que son causadas por plagas o golpes. Provoca la pudrición de las raíces en cualquier etapa del cultivo, el calor y la humedad ayudan a su desarrollo una manera de control desde el semillero, el abono, limpieza de malezas, si es necesario utilizar insecticidas orgánicos (Jica, 2007, pág.2).

2.5.6.5 Pudrición basal del apio (*Rhizoctonia solani*)

Afecta a los peciolos del apio, se observan en los lados exteriores e interiores de los peciolos aparecen como lesiones pequeñas de color marrón rojizo, con la ayuda de un lente se observa el micelio oscuro en donde se encuentran las lesiones, este cultivo es muy vulnerable a este hongo, se puede visualizar con mayor claridad en plantas maduras cuando su follaje este desarrollado (González et al., 2019, pág.20).

2.6 Cultivo de acelga

2.6.1 Origen

Su origen está cerca del Mar Mediterráneo, en el sur de Europa y el norte de África y creen que fue utilizada como alimento por primera vez en Italia. Fueron cultivados por griegos, romanos, árabe. Este cultivo lo utilizaron para usos medicinales por sus diversas propiedades, lo consideran importante como alimentación básica en la nutrición de las personas durante mucho tiempo (Hoyos, 2022, pág1).

2.6.2 Importancia

Es un alimento esencial en la nutrición de las personas. El consumo de este cultivo puede ser de diferentes formas, como usos medicinales para la alimentación por las propiedades que posee. Proporciona propiedades laxantes y digestivas, además de contar con un alto nivel de vitaminas A y C. Es una planta bianual, que es rica en fibra y minerales como el calcio, yodo, hierro, potasio y magnesio. La acelga se clasifica dependiendo el color, el tamaño de sus hojas y los peciolos (Cáceres, 2023, pág.27).

Este cultivo ofrece muchos beneficios como: es una fuente de alimentación saludable. En la pandemia las hortalizas tenían alta demanda por los escasos de los cultivos por lo que el precio de las hortalizas subió. (Rofiqoh P. et al., 2023, pág.82).

2.6.3 Taxonomía

Tabla 2-6: Descripción taxonómica de acelga

Taxonomía de acelga	
Reino:	Plantae
Sub-reino:	Tracheobionta

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Caryophyllidae
Orden:	Caryophylliales
Familia:	Chenopodiaceae
Género:	Beta
Especie:	<i>Beta vulgaris var. cicla</i> L.

Fuente: (Tejada, 2022, pág.39)

Realizado por: Paguay Y., 2023.

2.6.4 Etapas fenológicas.

Miranda (2018, pág.10) nos indica que la:

Fase de plántula. - la primera fase es la emergencia en los cotiledones, el crecimiento de las raíces, la aparición de las primeras hojas verdaderas, las primeras hojas pueden llegar a ser 3 o 4 hojas.

Fase de roseta. - en esta fase es ideal para cosechar y consumir ya que la planta se enfoca en acumular nutrientes y energía a través de la fotosíntesis antes de pasar a la etapa de floración y producción de las semillas. En esta fase también se puede observar nuevas hojas, la roseta se forma con 12 a 14 hojas.

2.6.5 Descripción botánica

Es una planta bianual de ciclo corto, se centra en desarrollar la parte aérea que son las hojas.

Según Candia, (2018, pág.5) la:

Raíz. – la raíz de esta planta no es muy gruesas no tienen mucho grosor.

Tallo. - el diámetro del tallo puede llegar a ser entre 3 y 5 mm, se desarrolla un tallo central.

Hojas. - es un cultivo herbáceo, sus hojas son grandes con la forma de oval, de color verde claro a oscuro, el color va a depender de la variedad, sus peciolo son largos de color crema o blanco. (Salas, 2019, pág.10).

Influencia y flor. - Tienen 5 sépalos verdes y 5 estambres. El pistilo presenta un estilo rematado con 3 brazos estigmáticos. Su inflorescencia es de forma ramificada y sus flores no son pedunculadas; se encuentran en grupos de 2 y 3 flores en la axila de cada uno de bráctea. Libera el polen en la mañana, perdiendo su viabilidad en 4 días desde la liberación. Debido a que presenta autoincompatibilidad, puede producir cierta cantidad de semilla por autógama; va a depender de la variedad del cultivo (Salas, 2019, pág.10).

2.6.6 Requerimientos edafoclimáticos

Temperatura. - El cultivo de acelga se desarrolla en climas templados, cuando es sometido a temperaturas altas provoca que la planta sufra cambios, cuando la temperatura es menor a -5°C no se desarrolla. Un mínimo de 6°C y máximo de e 27-33°C. La temperatura óptima es de 18 y 22°C en la germinación. (Benites et al., 2023, pág.9).

Humedad relativa. - En invernadero es entre 60 y 90 %, depende de la zona en la que se cultive, se desarrolla mucho mejor en zonas altas, su comportamiento es perenne (Guadalupe, 2022, pág.10).

2.6.7 Principales plagas y enfermedades

2.6.7.1 Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

La mosca blanca puede causar gran daño a una escala mayor, se identifica en la parte inferior de las hojas en donde se encontrará el estado inmaduro que la pupa. La mosca se alimenta de manera directa de la savia del floema afectando el vigor de la planta, la calidad y la producción; forma indirecta afecta por la extracción de melaza que favorece el desarrollo del hongo (Miranda, 2018, pág.21).

2.6.7.2 Mosca de la remolacha (*Pegomia betae*)

Sus larvas ingresan hasta la epidermis y se insertan en el interior de los tejidos del limbo, realizando hoyos que puede ocupar toda la parte superior foliar (Candia ,2018, pág.25).

2.6.7.3 Pulgón

Son pequeños insectos, que se alimentan de la savia de la planta y tienen una capacidad de reproducción rápida. El pulgón succiona los nutrientes, lo que provoca que la planta no crezca correctamente. Este pulgón ocasiona deformaciones y marchitez en las hojas, transmite sustancias

tóxicas a través de su saliva, provocando deformación en la zona apical de las plantas (Flores, 2023, pág.7).

2.6.7.4 *Mildiu causante (Erysiphe betae)*

En San Martín Texmelucan detectaron la enfermedad cuando ya tenía el 86% de afección y las hojas estaban cubiertas el 95%, al inicio de la enfermedad se presenta manchas blanquecinas pequeñas en los dos lados de la hoja. Cuando la enfermedad esta avanzada cubre toda la hoja provocando la senescencia prematura. Los síntomas más visibles que se presenta es masa blanquecina de conidios (Solano et al ,2022, pág.1).

2.6.7.5 *Mancha foliar (Cercospora beticola)*

Los síntomas que esta enfermedad puede iniciar con manchas pequeñas de forma circulares de color marrón, en sus bordes se presenta de color marrón oscuro en los dos lados de las hojas. El tamaño de las manchas circulares puede ser de 4-6 mm de diámetro, Con el avance de la enfermedad, el centro de la mancha se torna de color gris blanquecino a negro, por la producción de conidios y conidióforos (Soylu, 2023, pág.804).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características del lugar

3.1.1 Localización

El presente estudio se realizó en la zona urbana del cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, se encuentra ubicado en el Barrio Los Andes en las calles Av. Los Andes y el Real



Ilustración 3-1: Localización

Realizado por: Paguay Y., 2023.

3.1.2 Ubicación geográfica

Ubicación geográfica de la zona a una altitud de 2.758 m.s.n.m con latitud de $S1^{\circ}39'48''$ y longitud de $O78^{\circ}38'16''$

3.1.3 Condiciones climatológicas

Tabla 3-1: Condiciones climatológicas de la ciudad de Riobamba

Parámetros	Promedio
Temperatura promedio	13,4 °C
Precipitación media anual	200 a 500 mm/año
Humedad relativa	62,06 %

Fuente: Estación Meteorológica, ESPOCH, 2018

Realizado por: Paguay Allauca, Yajaira, 2023

3.2 Materiales y equipos

3.2.1 De escritorio

- Computadora
- Lápiz
- Libreta
- Memoria USB
- Impresiones
- Esferográfico

3.2.2 De campo

- Tubos 4" pvc
- Tubos 2" pvc
- Tapones 4" pvc
- Codo 2
- Pega
- Manguera
- 120 vasos de 2,5 oz
- Esponja
- Tacho
- Bomba Q3500 sumergible
- Moladora
- Broca
- Balanza digital
- Balde
- Extensión
- Reducciones de 4 a 2pulgadas
- Caballetes
- Taladro
- Regla

3.2.3 Materiales biológicos

- 40 plántulas de lechuga variedad crespa
- 40 plántulas de acelga

- 40 plántulas de apio

3.2.4 *Materiales Químicos*

- Nitrato de amonio (NH₄)
- Fosfato monoamónico (NH₄ H₂PO₄)
- Micros (Fe: 5.5, Zn 3.9, Mg 3.6, Mn 3, B 1.02, Cu 0.9, materia orgánica 3, Aminoácidos 1.68)
- Extracto de algas

3.3 Métodos

3.3.1 *Metodología*

Se evaluaron los siguientes parámetros

3.3.1.1 *Análisis social*

En el análisis social se realizaron encuestas a personas de la zona y agricultores de la zona urbana donde se encontraba el sistema hidropónico, para conocer el nivel de aceptación de los productos hidropónicos y del sistema NFT. En el Anexo A se encuentran las preguntas realizadas sobre el tema.

3.3.1.2 *Análisis económico*

El análisis económico se realizó de cada tratamiento, para conocer la relación beneficio costo, y así determinar los beneficios económicos y conocer si es rentable con uno de los cultivos que se implementaron. En el Anexo E se encuentra detallado de cada uno de los cultivos la relación beneficio costo.

3.3.2 *Manejo del ensayo*

3.3.2.1 *Construcción del sistema NFT*

Se procedió con la construcción de los caballetes de tipo triangular con varilla de acero de 14 mm, para la construcción del sistema de producción hidropónica NFT, se utilizó 12 tubos de PVC de 4 pulgadas de diámetro y 3m de longitud, ubicados 6 tubos a cada lado.

Se utilizó un tanque para la solución nutritiva, tuberías de conexión para la recirculación de la solución hacia el tanque colector y una Bomba Q3500 sumergible 3000lph, Voltaje: 110V / 60Hz

Los tubos antes deben perforarse con una broca de unos 2 cm de radio a cada 30 cm en donde se colocaron después los vasos de 2,5oz con las plántulas.

3.3.2.2 *Desinfección*

Una vez estableció el ensayo, se procedió a la limpieza y desinfección del tanque, los tubos y el área en donde se ubicará el ensayo.

3.3.2.3 *Preparación de las plántulas para el transplanta*

Se lavó con mucho cuidado las raíces de cada plántula hasta retirar todo el sustrato.

3.3.2.4 *Trasplante*

Para el transplanta a los vasos de 2.5 onzas se les realizó un pequeño orificio por donde sale las raíces, se necesitó pequeñas esponjas de forma trapezoidal, para el soporte de la plántula finalmente las plántulas se colocaron en los tubos para su crecimiento.

3.3.2.5 *Aplicación de fertilizantes*

Se preparo la solución nutritiva en base a los requerimientos de las plantas que fue recomendado por Fertilab (2023) y Rojas (2019), también se tomó en consideración el pH y la CE eléctrica del agua en donde se establece el ensayo.

Tabla 3-2: Cantidad de Fertilizantes para la solución nutritiva

Soluciones	Fertilizante	Cantidad g para 300 L
Solución A	Nitrato de amonio	285
	Fosfato Monoamónico	77,7
Solución C	Micros	7,5
	Extractos de algas	300
Total		670,227

Realizado por: Paguay Y., 2023.

Una vez preparado la solución nutritiva se midió el pH y la CE

3.3.2.6 *Medición de pH y CE*

Se midió el pH y CE cada semana para constatar los valores si se encuentra en un rango que sea adecuado para que se desarrollen las plantas

3.3.2.7 *Evaluación de los indicadores*

Se realizo la evaluación de los parámetros que se indicó en la metodología.

3.3.2.8 *Altura de planta*

Se midió la altura en cm de la planta desde la base del tallo hasta la parte más alta de la planta, a los 14, 28 y 42 días después del trasplante de cada uno de los tratamientos.

3.3.2.9 *Peso de la planta*

Una vez cosechados se pesará los cultivos (lechuga, acelga, apio), para obtener el promedio generar de cada cultivo.

3.3.2.10 *Días a la Cosecha*

Se contabilizará los días que tardaron los cultivos (lechuga, acelga, apio) en alcanzar la madurez para ser cosechados.

3.3.3 *Especificaciones del campo experimental*

Tabla 3-3: Delineamiento experimental

Delineamiento experimental	
Número de tratamientos	3
Números de Repeticiones	4
Número de Unidad experimental	12
Distancia entre plantas	0,30m

Distancia entre hileras	0,25m
Largo del modulo	3m
Área del módulo	6 m2
Número total de plantas en el ensayo	120
Número de plantas por tratamiento	40
Número de plantas/ UE	10

Realizado por: Paguay Y., 2023.

Tabla 3-4: Lista de tratamientos con sus nombres científico y comunes

Tratamiento	Nombre científico	Nombre común
T1	<i>Lactuca sativa L</i>	Lechuga
T2	<i>Apium graveolens</i>	Apio
T3	<i>Beta vulgaris</i>	Acelga

Realizado por: Paguay Y., 2023.

3.3.3.1 Análisis funcional

- a. Frecuencia (%) de productores que aceptan el sistema hidropónico
- b. Análisis financiero
- c. Análisis económico utilizando la relación beneficio costos

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Alturas de los cultivos

De acuerdo con la ilustración 4-1 nos indica la altura del cultivo de lechuga, el promedio de la altura a los 14 días de a ver transcurrido desde el transplanta tuvo una altura de 8,85 cm, a los 28 días la altura fue de 16,9 cm y a los 42 días fue de 20cm que fue los últimos datos se obtuvo por lo que el tiempo de cosecha era de 45 días.

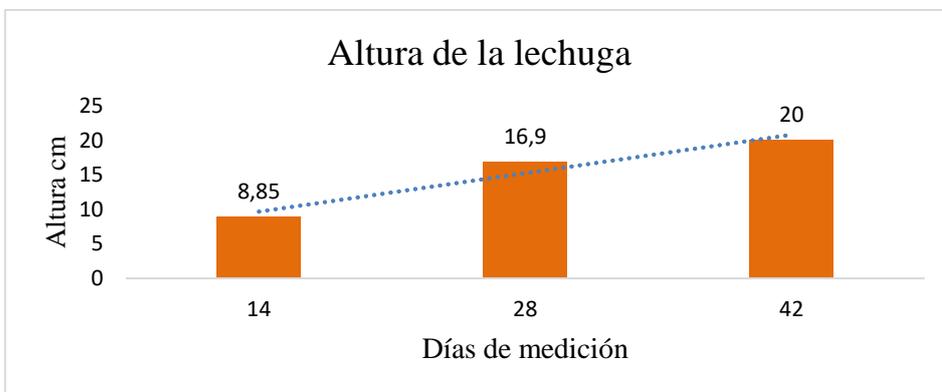


Ilustración 4-1: Altura del cultivo de lechuga

Realizado por: PaguayY.,2024.

Según la ilustración 4-2, nos muestra la altura de la acelga durante su ciclo, los datos muestran que se tomó a los 14 días de ver trasplantado el cultivo su altura es de 20,10 cm, a los 28 días su altura fue de 45,4 y a los 42 días una altura de 57,4 cm.

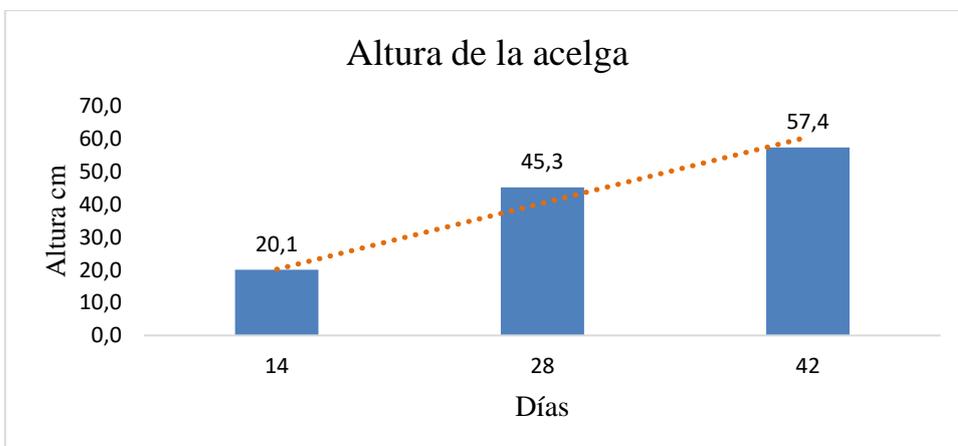


Ilustración 4-2: Alturas del cultivo de acelga

Realizado por: PaguayY.,2024.

De acuerdo con la ilustración 4-3, nos indica que a los 14 días el cultivo de apio tuvo una altura de 11,3 cm, a los 28 días su altura fue de 31cm y a los 42 días su altura fue de 45,1 cm el último dato tomado que fue a los 42 días fue unos días antes de cosechar el cultivo.

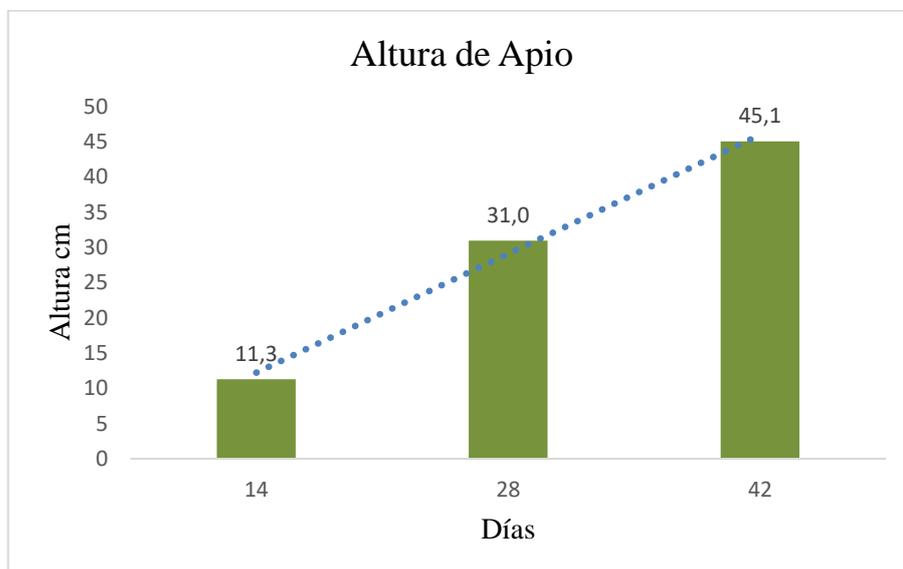


Ilustración 4-3: Altura del cultivo de apio

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.2 Pesos de los cultivos

En la tabla 4-1 nos muestra el peso que se tomó el día de la cosecha, para obtener los pesos de los cultivos de lechuga, el promedio que se obtuvo fue de 190,48gr. El cultivo de acelga el promedio fue de 185,00gr y el cultivo de apio el promedio obtenido fue de 165,03 gr.

Tabla 4-1: Peso de los cultivos

Peso	
Cultivo	gr
Apio	165,03
Acelga	185,00
Lechuga	190,49

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.3 Días a la cosecha

De acuerdo con la tabla 4-2 nos muestra que realizó la cosecha a los 45 días los cultivos de lechuga, acelga y apio, se tomó en cuenta los días desde el trasplante en el sistema hidropónico.

Tabla 4-2: Días a la cosecha

Cultivo	Días
Acelga	45
Apio	45
Lechuga	45

Realizado por: Paguay Y., 2024.

4.4 Rendimiento Por Hectárea

La tabla 4-3 nos muestra el rendimiento en T/Ha de cada tratamiento. El promedio del peso de la lechuga fue de 190,49 gr por lo que se va a obtener un rendimiento de 38098 kg/ha o 38T/ha. En el tratamiento T2 el cultivo de acelga el peso promedio fue de 185,00 gr se va a obtener un rendimiento de 37000 kg/ha o 37 T/ ha. En Tratamiento T3 (cultivo de apio) el promedio del peso fue de 165,03 gramos gr por lo que el rendimiento en ha va a ser de 29005,5 kg/ha o 33 T/ha.

Tabla 4-3: Rendimiento de los cultivos.

Cultivo	Kg/Ha	T/Ha
Apio	29005,5	33
Acelga	37000	37
Lechuga	38098	38

Realizado por: Paguay Y., 2024.

4.5 Frecuencia (%) de productores que aceptan los productos y el sistema hidropónico

Una vez obtenida la información, fue posible analizar los resultados de la encuesta, a través de frecuencias y datos estadísticos que se muestran a través de las tablas e ilustraciones

4.5.1 Edad de los encuestadores

De acuerdo con la ilustración 4-4, nos muestra que de los encuestadores el 51% tenían una edad dentro de 31-50 años, el 32% tienen más de 50 años y el 17% su edad es de 18-30 años, haciendo un total de 110 personas.

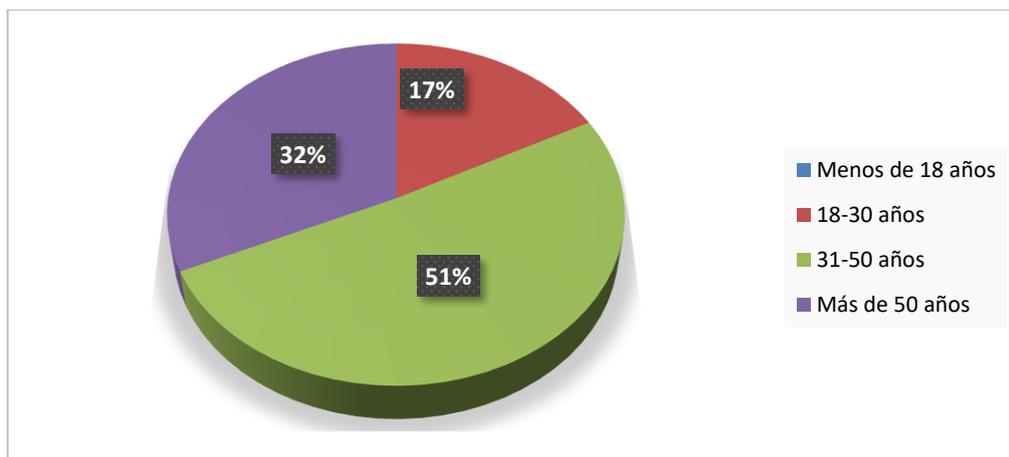


Ilustración 4-4: Edad de los encuestadores

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.5.2 Ocupación de los encuestadores

De acuerdo con la pregunta 2 la ilustración 4-5 nos muestra que el 56% son habitante de la zona urbana y el 44% de los encuestadores se dedican a la agricultura, un total de encuestadores de 110 personas.

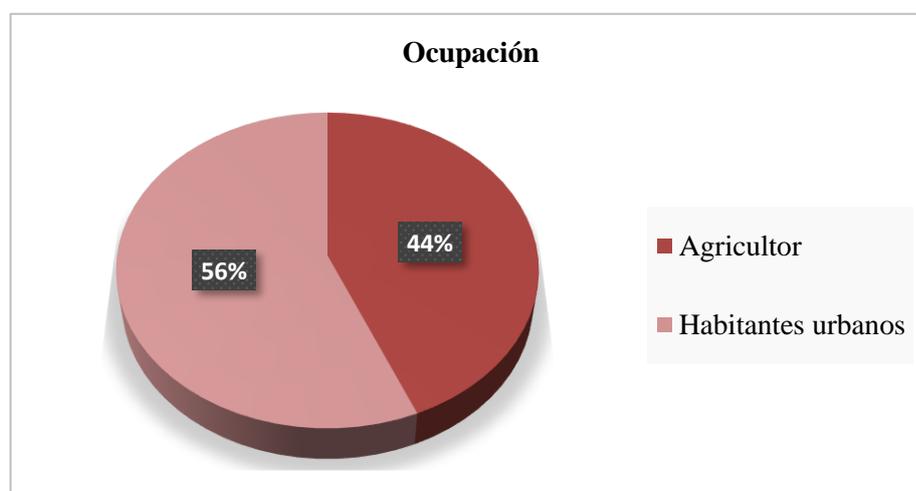


Ilustración 4-5: Ocupación de los encuestados

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.5.3 Conocimiento sobre hidroponía

De las 110 personas que se realizó la encuesta, como se observa en la ilustración 4-6 con referencia a la pregunta #3 el 86% de los encuestadores no tienen ningún conocimiento sobre el sistema hidropónico y solo el 13% de los encuestadores conocen o han escuchado sobre este método de cultivar productos, el 13% eran personas que tenían una edad entre los 18 a 30 años.

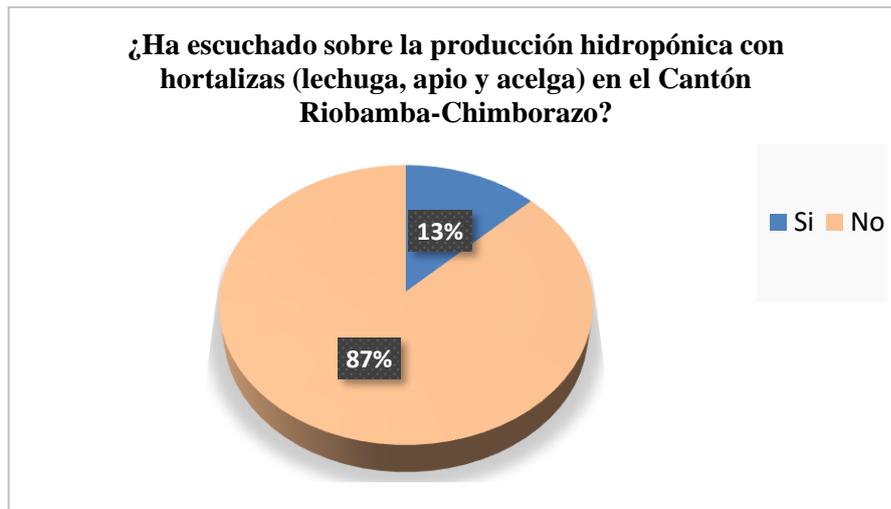


Ilustración 4-6: Conocimiento sobre hidroponía

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.5.4 Disposición en implementar el sistema hidropónico

De los 110 encuestadores, los resultados obtenidos que muestra la tabla y la ilustración 4-7, el 99 % de los encuestados les pareció una buena idea implementar un nuevo método de producción debido a que se puede cultivar sin suelo, por el poco espacio, el tiempo que pueden obtener su producto, cultivos menos contaminados y solo el 1% seleccionó neutral que es nos indica que no está ni de acuerdo ni en desacuerdo en implementar un sistema hidropónico.

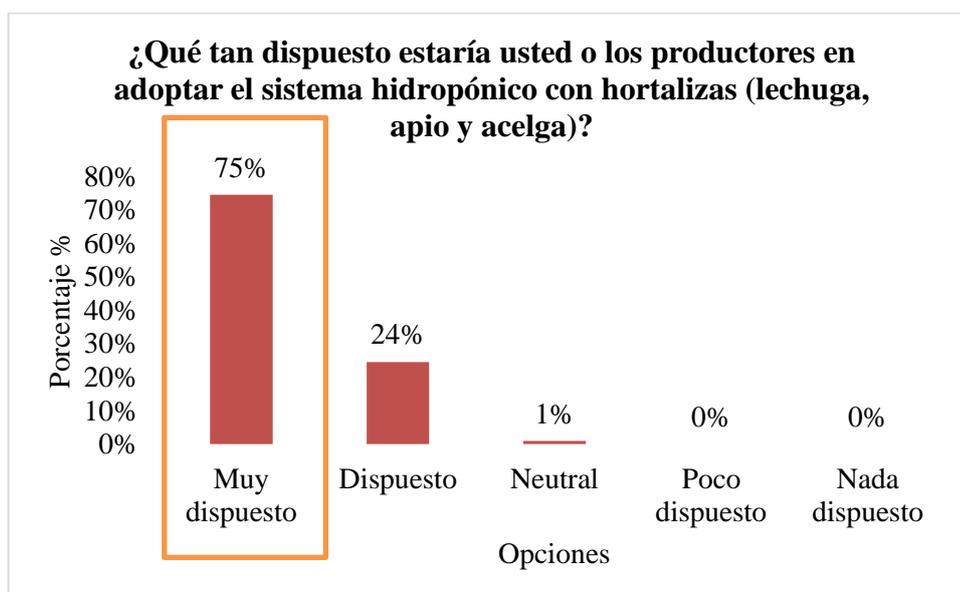


Ilustración 4-7: Disposición en implementar el sistema hidropónico

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.5.5 *Benéficos del sistema hidropónico*

La ilustración 4-8, nos indica de las 110 encuestados, el 35% de encuestados indican que la mayor beneficio que se puede obtener al implementar el sistema hidropónico es que se puede obtener cultivos en menor tiempo, el 32% de encuestadores indican que el beneficio puede ser obtener productos de mejor calidad y tienen la seguridad de que el cultivo no esté muy contaminado, el 24% de encuestadores indica que al implementar este sistema se puede tener mayor producción y el 9% de encuestadores prefieren implementar este método por lo que se podría tener más control en plagas y enfermedades durante todo el ciclo del cultivo y así asegurarse de no tener muchas pérdidas económicas.

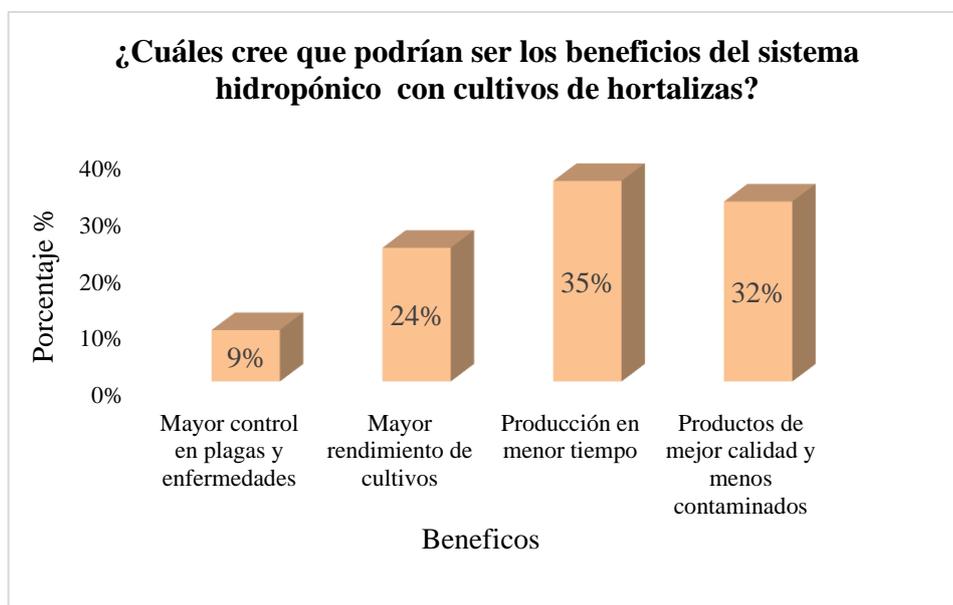


Ilustración 4-8: Beneficios del sistema hidropónico

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.5.6 *Consumo de productos hidropónicos*

De los 110 encuestados la ilustración 4-9 nos muestra si las personas encuestadas han consumido alguna vez productos hidropónico, el 96% de encuestados nos indican que no han consumido productos hidropónicos y solo el 4% ha consumido hortalizas que se cultivaron mediante el sistema hidropónico.

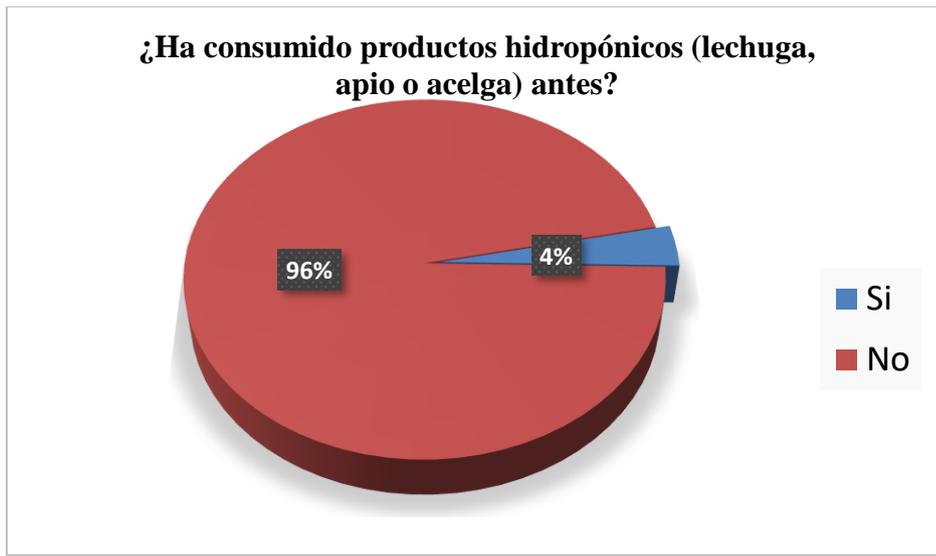


Ilustración 4-9: Consumo de productos Hidropónico

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.5.7 De acuerdo con pagar un precio más alto por el producto.

De acuerdo con la encuesta que se realizó los 110 encuestados nos indica la ilustración 4-10 que el 98% de encuestadores si estan dispuestos a pagas un valor más alto si tienen la seguridad de que el cultivo es de mejor calidad, menos contaminado y solo el 2% de encuestados indican que no estan de acuerdo con pagar por un producto un valor más alto que el precio comercial.



Ilustración 4-10: De acuerdo con pagar un precio más alto por el producto

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.5.8 Porcentaje más a pagar por el producto

De acuerdo con la pregunta 8 de la tabla 4-11 se tiene que las personas encuestadas el 38% estarían de acuerdo con pagar de 11-21% más del precio actual del mercado, el 33% está dispuesto a pagar el 10% y el restante 29% están dispuesto a pagar más del 22% por los productos que se obtiene del sistema hidropónico.

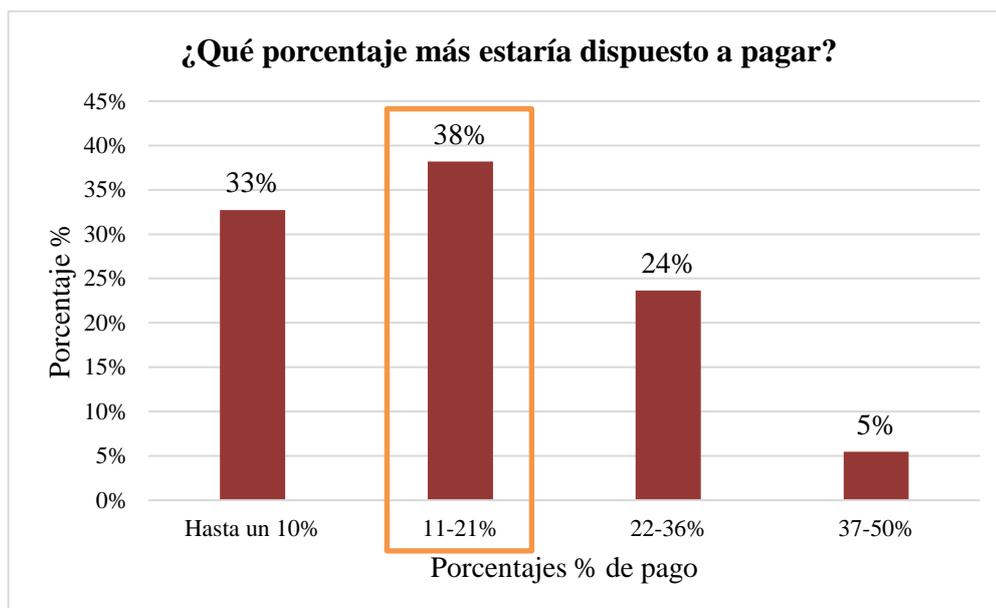


Ilustración 4-11: Porcentaje más a pagar por el producto

Realizado por: PaguayY.,2024

4.5.9 Implementación del sistema hidropónico

De acuerdo con la tabla 4-12, nos indica que el 31% de los encuestados si se implementa el sistema hidropónico puede ayudar a generar más empleo, 29% de encuestados consideran que puede ayudar a incentivar en la educación agrícola ya que un nuevo método de obtener productos, el 22% de encuestados puede impulsar a mejorar la economía, el 15% de encuestados que los productos obtenidos mediante este sistema se puede exportar ya que son de mejor calidad y tiene diferente aspecto comparados con los cultivos cosechados en campos y el 4% de encuestadores seleccionaron que puede ser el desarrollo del agroturismo.

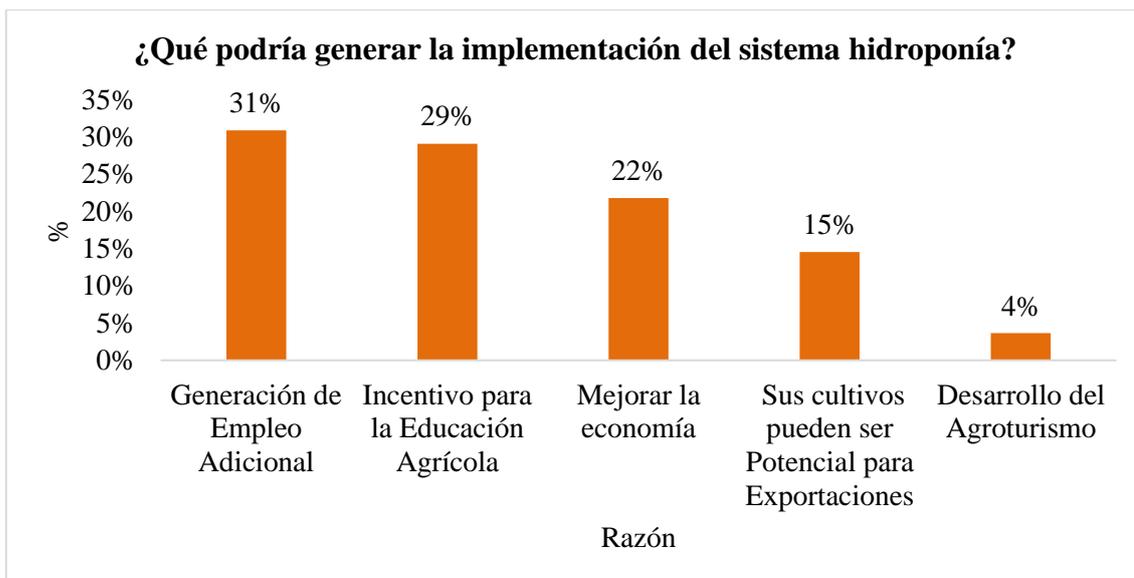


Ilustración 4-12: Implementación del sistema hidropónico

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.5.10 Diversificar la producción agrícola

De las 110 personas encuestadas, la ilustración 4-16 indica que el 100% de los encuestados ven el sistema hidropónico como un método diferente de producir productos con la diferencia que mediante este sistema se puede obtener en menor tiempo, ocupa poco espacio, cultivos menos contaminados, productos de mejor calidad y puede generar más opciones de trabajo.



Ilustración 4-13: Diversificar la producción agrícola

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.5.11 Preferencia del tipo de Hortaliza

De acuerdo con la ilustración 4-17 nos muestra que, de las 110 personas encuestadas, el 42% de las personas encuestadas prefieren al cultivo de lechuga por lo que es más comercial y la mayoría de las personas prefieren estas hortalizas para ensaladas o para otros usos a la lechuga, seguida con un índice de 35% el cultivo de acelga y con por último con solo el 24% prefieren el cultivo de apio.

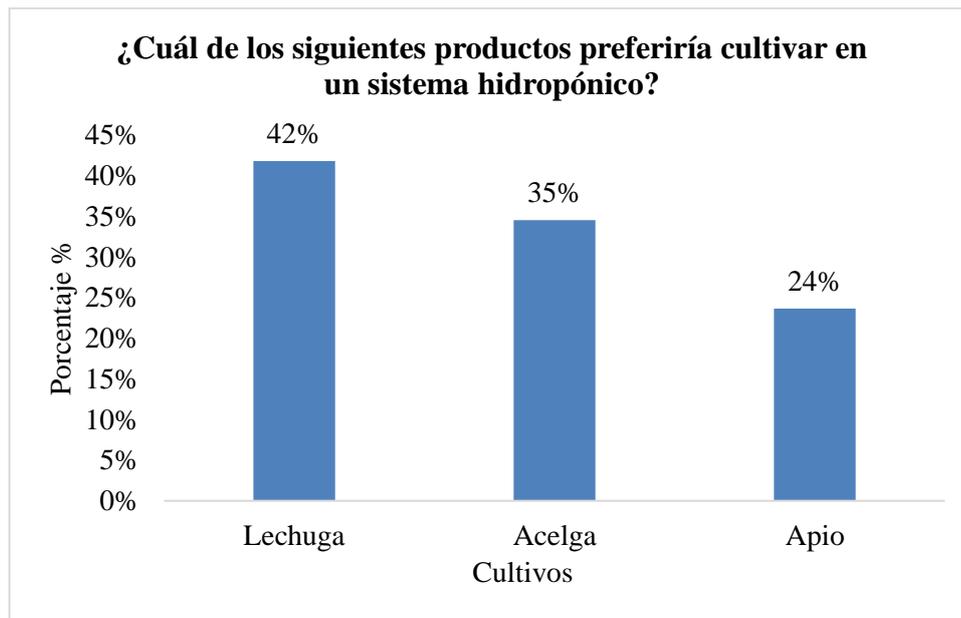


Ilustración 4-14: Preferencia del tipo de Hortaliza

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.5.12 Factores que influyen en la elección

De acuerdo con la pregunta 12 la ilustración 4-15, nos muestra los factores que influye en los encuestadores para seleccionar el producto, el 32% de los encuestadores prefieren el producto por su sabor, seguido con 25% el precio que puede costar el producto, con el 20% calidad del producto, 18% las propiedades nutritivas que puede tener y con el 5% puede influir otros factores.

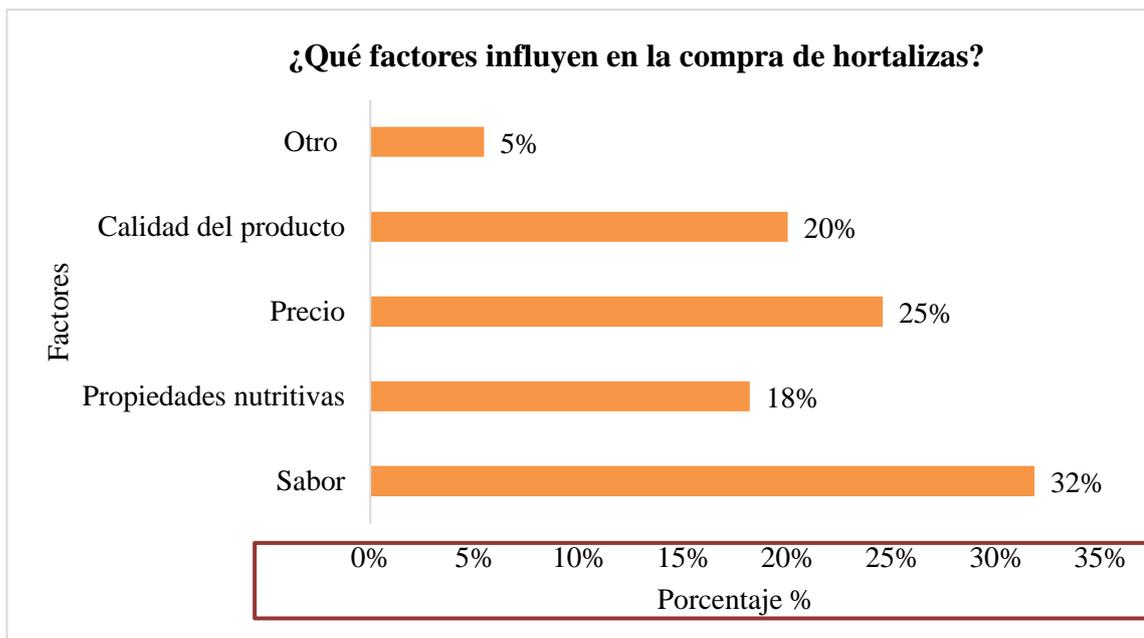


Ilustración 4-15: Factores influyen en la elección

Realizado por: PaguayY.,2024.

4.6 Análisis financiero

El cálculo de capital anual para los cultivos de lechuga, acelga, apio para una hectárea tuvo un costo de 62.355,94 dólares en cuanto a mano de obra, materiales directos y costos indirectos de fabricación (CIF). Por otro lado, en gastos administrativos se utilizó 977,27 dólares las depreciaciones y para gastos de ventas se utilizó 1.030,00 dólares en viáticos y sueldos. El Capital de operación fue de 62.355,94 dólares.

Tabla 4-4: Calculo de capital de trabajo para los cultivos por hectárea

DESCRIPCIÓN	(\$)
COSTOS DE PRODUCCIÓN	60.348,67
Mano de Obra	1.957,65
Materiales directos	18.745,89
CIF	39.645,13
GASTOS ADMINISTRATIVOS	977,27
Depreciaciones y Amortizaciones	977,27
GASTOS DE VENTAS	1.030,00
Viáticos y movilizaciones	200,00
Sueldos Y Beneficios legales	830,00
CAPITAL DE TRABAJO	62.355,94

Realizado por: PaguayY.,2024

De acuerdo con la tabla 4-5 nos muestra el valor actual neto (VAN) al 10 o al 12% durante 5 años nos indica que en el cultivo de lechuga generaría un valor al 12% de USD 1.046.578 después

de descontar el costo de capital de USD 62.355,94, tendríamos un van positivo indica que el proyecto es rentable. La tasa de retorno (TIR) nos indica el rendimiento esperado del 45,77%.

Tabla 4-5: Van y Tir del cultivo de lechuga

AÑO	VAN 10% (van 1)				VAN 12% (van 2)		
	Flujo de efectivo	Factor de actualización	flujo de efectivo actualizado	flujo de efectivo acumulado	factor de actualización	flujo de efectivo actualizado	flujo de efectivo acumulado
0	429.945,09	1,0000	429.945,09	-429.945	1,0000	-429.945,09	-429.945
1	554.892,35	0,9091	504.447,59	74.502	0,8929	495.439,60	65.495
2	462.834,32	0,8264	382.507,70	457.010	0,7972	368.968,69	434.463
3	381.091,95	0,7513	286.320,02	743.330	0,7118	271.253,72	705.717
4	311.639,26	0,6830	212.853,81	956.184	0,6355	198.052,38	903.769
5	251.678,58	0,6209	156.272,59	1.112.456,63	0,5674	142.809,18	1.046.578

Realizado por: Paguay Y., 2024

$$TIR = 0,12 + (0,12 - 0,10) \frac{1.112.457}{65.878}$$

$$TIR = 0,12 + (0,02) \frac{1.112.457}{65.878}$$

$$TIR = 0,12 + (0,02) 16,88658109$$

$$TIR = 0,12 + 0,337731622$$

$$TIR = 0,457731622$$

$$TIR = 45,77 \%$$

De acuerdo con la tabla 4-6, nos muestra que el valor actual neto (VAN) al 10 o al 12% durante 5 años nos indica que en el cultivo de lechuga generaría un valor de USD 255.129 después de descontar el costo de capital de USD 62.355,94, tendríamos un van positivo indica que el proyecto es rentable. La tasa de retorno (TIR) nos indica el rendimiento esperado del 37,15%.

Tabla 4-6: VAN/TIR del cultivo de acelga

Año	VAN 10% (van 1)				VAN 12% (van 2)		
	flujo de efectivo	Factor de actualización	Flujo de efectivo actualizado	Flujo de efectivo acumulado	Factor de actualización	Flujo de efectivo actualizado	Flujo de efectivo acumulado
0	429.945,09	1,0000	-429.945,09	-429.945	1,0000	-429.945,09	-429.945
1	406.431,57	0,9091	369.483,24	-60.462	0,8929	362.885,33	-67.060

2	235.176,49	0,8264	194.360,73	133.899	0,7972	187.481,26	120.421
3	123.981,25	0,7513	93.148,95	227.048	0,7118	88.247,41	208.669
4	57.820,20	0,6830	39.491,97	266.540	0,6355	36.745,78	245.415
5	17.119,10	0,6209	10.629,61	277.169,42	0,5674	9.713,83	255.129
				VAN 1			VAN 2

Realizado por: Paguay Y., 2024

$$\text{TIR} = 0,12 + (0,12 - 0,10) \frac{277.169}{22.041}$$

$$\text{TIR} = 0,12 + (0,02) \frac{277.169}{22.041}$$

$$\text{TIR} = 0,12 + (0,02) 12,57522874$$

$$\text{TIR} = 0,12 + 0,251504575$$

$$\text{TIR} = 0,371504575$$

$$\text{TIR} = 37,15 \%$$

De acuerdo con la tabla 4-7, nos muestra el valor actual neto (VAN) al 10 o al 12% durante 5 años nos indica que en el cultivo de lechuga generaría un valor de USD 120.153 después de descontar el costo de capital de USD 62.355,94, tendríamos un van positivo indica que el proyecto es rentable. La tasa de retorno (TIR) nos indica el rendimiento esperado del 28,90%.

Tabla 4-7: VAN/TIR del cultivo de apio

AÑO	VAN 10% (van 1)				VAN 12% (van 2)		
	Flujo de efectivo	Factor de actualización	Flujo de efectivo actualizado	Flujo de efectivo acumulado	Factor de actualización	Flujo de efectivo actualizado	Flujo de efectivo acumulado
0	434.483,15	1,000	-434.483,15	-434.483	1,0000	-434.483,15	-434.483
1	376.920,69	0,9091	342.655,17	-91.828	0,8929	336.536,33	-97.947
2	174.693,16	0,8264	144.374,51	52.547	0,7972	139.264,32	41.317
3	77.949,81	0,7513	58.564,85	111.111	0,7118	55.483,14	96.801
4	30.872,96	0,6830	21.086,65	132.198	0,6355	19.620,33	116.421
5	6.577,02	0,6209	4.083,81	136.281,84	0,5674	3.731,98	120.153
				VAN 1			VAN 2

Realizado por: Paguay Y., 2024

$$\text{TIR} = 0,12 + (0,12 - 0,10) \frac{136.282}{16.129}$$

$$\text{TIR} = 0,12 + (0,02) \frac{136.282}{16.129}$$

$$\text{TIR} = 0,12 + (0,02) 8,449540735$$

$$\text{TIR} = 0,12 + 0,168990815$$

$$\text{TIR} = 0,288990815$$

$$\text{TIR} = \mathbf{28,90 \%}$$

4.7 Análisis económico utilizando la relación beneficio costos

La relación benéfico costos para los tratamientos nos indica la tabla 4-8 que para el T1 que es el cultivo de lechuga tenemos un B/C de 2.73, lo que nos indica que 1,73 dólares se ganará por cada dólar invertido este beneficio costo salió por lo que cada planta se vendió a 0,85 centavos; T2 cultivo de acelga tiene un B/C de 1.92, el cual representa 0,92 centavos de ganancia, este cultivo se vendió a 0,60 centavos y el T3 cultivo de apio el valor del B/C fue el menor comparado con los otros, que el B/C fue de 1.60, por cada dólar invertido la ganancia será de 0,60 centavos, B/C se sacó con el precio el que se vendió este cultivo el cual fue de 0,50 centavos. En el Anexo E se encuentra detallado de cada cultivo la Beneficio/Costo

Tabla 4-8 Benéfico /Costo de los cultivos

TRATAMIENTO	B/C
LECHUGA	2,73
ACELGA	1,92
APIO	1,60

Realizado por: PaguayY.,2024

4.8 Discusiones

Según Ayala (2019), nos indica que el cultivo de lechuga en un sistema hidropónico la altura va a depender de la variedad de la lechuga como la crespa y la romana en el cual la crespa fue con mayor altura de 22cm y la romana de 20,70 cm.

Por lo cual en el ensayo la variedad fue crespa que tuvo una altura de 20 cm que fue menor la altura de le lechuga a lo que obtuvo Ayala esto se pudo deber a muchos factores como el clima, lo más importante para el cultivo que pudo haber afectado fue la disponibilidad de los nutrientes que tenía la solución nutritiva que pudo no haber tenido los nutrientes necesarios para su correcto desarrollo.

Según Candia (2018) que realizó 3 cosechas en la primera cosecha las acelgas tenían una altura de 51.10 que es el T4 que fueron sembradas a una distancia de 30 cm y el T1 que tuvo una altura de 52.70 que fue T testigo (horizontal), lo que se superó ya que obtuvimos una altura de 57,4 cm.

Según Pozo (2018) obtuvo un promedio de altura en el cultivo de apio de la parte aérea de 44,3 cm con la aplicación de micronanoburbujas, por lo que el promedio de la altura que se obtuvo fue de 45,1 cm que fue mayor a lo mencionado por Pozo.

En el cultivo de lechuga, el promedio que se obtuvo fue de 190,48gr. El cultivo de acelga el promedio, que fue de 120,03gr.

Figuerola, (2022). En Hidroponía el cultivo de apio puede llegar el peso de la planta sin raíz 183.00g, valor que se superó en el cultivo de apio que el peso de este cultivo fue de 185 gramos.

Según Eurosan (2021), Los días a la cosecha va a depender de varios factores como la variedad, el ambiente, en el cultivo de acelga el número de hojas ya cuando tengan de 12-17. Lo más principal para la cosecha son el número de hojas, por lo que la altura puede variar según la variedad. El primer corte lo realizaron a los 40-45 días dependiendo del mercado. Superando el número de hojas que fue de 18-20 y su cosecha fue a los 45 días.

Según Villacrés (2019), el rendimiento del cultivo va a depender en el ambiente en el que se desarrolle o la solución nutritiva que se aplique durante todo el ciclo del cultivo, en ambiente atemperados el cultivo de acelga tubo un rendimiento de 22 Tn/ha. Valor que se superó el cultivo de acelga al tener un rendimiento de 24,01 T/ha que fue mayor con 2 toneladas.

En el cultivo de lechuga se obtuvo un peso promedio de 190,49 gr por lo que se va a obtener un rendimiento de 38,09 T/ha, en el cultivo de apio el promedio del peso fue de 185 gr con un rendimiento de 37 T/ha, por lo que el cultivo de lechuga presentó un mayor rendimiento en el sistema hidropónico.

Según Guanoquiza (2017, pág.43) nos indica que a las personas no les importa tanto el precio debido a que conocen lo que puede genera, como el aumento en la economía y también tienen la certeza de que este producto no contiene mucha toxicidad que es generada por el uso excesivo de los químicos lo que puede generar varias enfermedades.

Según Rodríguez, (2017, pág. 205) el producto si tienen una buena imagen las personas optan por comprar, las propiedades nutricionales que pueden aportar los productos hidropónicos pueden

mejorar el estilo de vida de las personas, menciona que el 62% de los encuestadores optaron por el consumo de productos hidropónico se debe implementar en la dieta de las personas.

Según Pertierra (2020) Nos indica que realizaron instalaciones del cultivo de lechuga bajo el método de sistema hidropónico con una temperatura superior a 24 °C, un beneficio costo de 2,26. Valor que supero el cultivo de lechuga con B/C de 2,73, superando con 1,73 dólares ya que cada lechuga se vendió a 0,85 centavos por lo que se pudo obtener más ganancia.

En el cultivo de apio la relación Benéfico Costo es de 1,28, por cada dólar invertido la ganancia será de 0,28 centavos similar al valor, Según Gonzalo (2017) en su investigación la variedad Mambo tubo un mayor B/C de 1,28, lo que convierte a estos resultados que son una opción para el crecimiento económico con la producción de este cultivo.

Según Pertierra (2020) En el cultivo de lechuga, donde considero algunos supuestos en la producción por día según la ley, con una proyección a 5 años, la venta fue de 0.70 centavos/ planta, por lo que obtuvieron un valor actual neto de USD 58,581.07, en comparación al valor actual neto que obtuvimos en el cultivo de lechuga que fue de valor actual neto de USD 1.046.578 por lo que la venta fue a 0,85 centavos/planta la diferencia por los valores fue por la inversión que tuvimos por la construcción del sistema hidropónico, una tasa de retorno del 45,77%.

En el cultivo de acelga un valor actual neto de USD 255.129, una tasa de retorno del 37,15% y en el cultivo de apio se obtuvo un valor menor en comparación con los otros cultivos que es el valor actual neto de USD 120.153, una tasa de retorno del 28,90%.

CAPITULO V

5. CONCLUVIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Tras analizar la productividad de las especies en el sistema hidropónico, se observa que la lechuga presenta el mayor rendimiento proyectado, con 38,09 toneladas por hectárea, seguida por la acelga con 37 toneladas por hectárea y el apio con 33 toneladas por hectárea.
- El 99% de las personas encuestadas tanto agricultores y habitantes de la zona urbana de la ciudad de Riobamba aceptan y están dispuestos en implementar el sistema hidropónico como una alternativa para cultivar.
- Se realizó la evaluación económica y financiera en donde la relación beneficio-costos en los tres cultivos fueron positivos, pero con una mayor rentabilidad en hidroponía es el cultivo de lechuga con un TIR de 45.77% y B/C de \$2,73, lo que nos indica que por cada dólar invertido la ganancia es de \$1,73.

5.2 Recomendaciones

- Priorizar el cultivo de lechuga en el sistema hidropónico, ya que presenta mayor rentabilidad.
- Realizar más encuestas a los agricultores de la ciudad de Riobamba para conocer el interés que tiene para adoptar el sistema hidropónico.
- Considerar todos los costos que estén asociados a la implementación del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

ABAD et al. Diseño del proceso de implementación de cultivos hidropónicos en terrenos inutilizados en el distrito de Piura. [En línea]. Trabajo de titulación (Ingeniería). Universidad de Piura. 2022. págs. 1-112. [Consulta:2023-11-12]. Disponible en:

<https://pirhua.udep.edu.pe/items/d2d5074b-b501-4b21-af5d-bf07f12a1cc5>

AGUILAR LEDESME, Luis. Beneficios de las soluciones nutritivas, para el desarrollo y crecimiento de plantas hidropónicas del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). [En línea] (Trabajo de Titulación) (Ingeniería Agropecuario). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Babahoyo. 2022. págs. 1- 21 Disponible en: <http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/13205/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000241.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ARMIJOS CARATE, J. M. Efecto de cuatro mulchs orgánicos en las propiedades del suelo en el desarrollo del cultivo de apio (*Apium graveolens*) Salache 2022 [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de ciencias Agropecuarias y recursos naturales. Ingeniería Agronómica. 2022. págs.1-163. [Consulta:2023-11-12]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9437/1/PC-002382.pdf>

AYALA APAZA, Blanca Viviana.; et al. "Evaluation of lettuce (*Lactuca sativa*) crop in a hydroponic system under two levels of potassium chloride". *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* [En línea], 2019, (La Paz), vol. 6 (2), págs.66-71 [Consulta:2023-11-12] ISSN 2409-1618. Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S240916182019000200009&script=sci_abstract&tlng=en

BENITES GARCÍA, Jonathan Alexis & VIZUETE CORRALES, Jonathan Enrique. Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de la acelga (*Beta vulgaris*) con diferentes dosis de abono orgánico en la parroquia Guasaganda [En línea]. (Proyecto de Investigación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales. 2023. págs.1-43 [Consulta:2023-11-16]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10088/1/UTC-PIM-000616.pdf>

CÁCERES ATENCIA, Máximo Joel & RAMOS CABALLERO. Determinación de Cadmio, Plomo, Mercurio y Arsénico en *Beta vulgaris*, Ipomea batatas y *Beta vulgaris var. cicla*, Santa [En línea]. (trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Nacional del Santa, Facultad de

Ingeniería, Escuela profesional de ingeniería Agronómica. 2023. Nuevo Chimbote- Perú. págs.1-57 [Consulta:2023-11-15]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4299>

CALLE, Antonio. 2022. *Hidroponía - Cosechando mis alimentos.* [en línea]. 1ª ed. 2022. [Consulta:2023-11-3]. Disponible en: https://book.google.es/books?hl=es&lr=&id=jqlaEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=hidroponia&ots=gOTZ1xqNhs&sig=dmIpby2TyhUSX_j33LzSALfrJE#v=onepage&q=hidroponia&f=false

CALLE, J. L. (2023). Evaluación de la Producción de dos variedades de apio (*Apium graveolens* L.) bajo diferentes tiempos de corte en el sistema NFT en el centro experimental de Cota Cota - La Paz [En línea]. (Trabajo de investigación) (Ingeniería). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de ingeniería Agronómica.2023. La Paz-Bolivia. pág.1-63 [Consulta:2023-11-13]. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/32084/T-3139.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CANDIA PACHECO, L. R. Evaluación del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla) en contenedores verticales a diferentes distancias en ambiente protegido en la localidad de alta Chijin en el municipio de el alto del departamento de la Paz. [En línea]. (Trabajo de investigación) (Ingeniería). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de ingeniería en producción y comercialización agropecuaria. 2018. La Paz-Bolivia. págs. 1-61 [Consulta:2023-11-13]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18567/T-2584.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CARGUACHI, Luis. Evaluación del rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa* L.) var *Batavia*, en dos tipos de Invernadero, parroquia Calpi, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. [en línea]. (Proyecto de investigación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera Agronomía. Riobamba-Ecuador. 2022, págs. 1-43 [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17454/1/13T01022.pdf>

CASTAÑARES, José Luis. ABC de la Hidroponía. *INTA* [En línea]. 2020. Buenos Aires - Argentina, vol.1, págs. 1-15. [Consulta:2023-11-3]. Disponible en:

https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8023/INTA_DireccionNacional_EEAAMBA_Casta%C3%B1ares_JL_ABC_de_la_hidroponia.pdf?sequence=

CHOQUE, Daniela. Evaluación de dos variedades de apio (*apium graveolens* L.) en tres densidades de trasplante en sistema hidropónico (NFT), en el centro experimental de COTA COTA - LA PAZ. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Mayor de San Andrés. Paz-Bolivia. 2021.págs. 1-77.

DESIDERIO LORENZO, J. E. Prototipo de tres sistemas de producción automatizados en el cultivo de lechuga en zonas urbanas. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Licenciatura). Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. San Juan Acateno-México. 2021. págs. 1-40. [Consulta:2023-11-12]. Disponible en:
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/6f06394a-98bb-40b0-ad35-396d4a241e21/content>

DIAZ REINA, D. D. Evaluación de abonos orgánicos y micorrizas sobre el rendimiento de cultivo de apio (*Apium graveolens*) en el municipio de Ipiales. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Carchi. (2022). Págs. 1-110. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en:
<http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1404/1/427-%20D%c3%8dAZ%20REINA%20DEXI%20DAYANA.pdf>

ESTAY, P. “Trips de California”. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. 2018. (Centro Regional INIA La Platina), Págs. 1–2.

EUROSAN. “Produzcamos acelga en hidroponía”, *Eurosán Occidente* [En línea]. 2021. (Honduras), Págs. 1–2. [Consulta:2024-01-9]. Disponible en:
https://www.eurosán.hn/wp-content/uploads/2021/09/RIKOLTO-Guia-Tecnica-acelga_compressed.pdf

FERTILAB. “Preparación de soluciones nutritivas caso jitomate”. *Fertilab* [en línea]. 2023. Págs.1-6. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en:
<https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Preparacion%20De%20Soluciones%20Nutritivas%20Caso%20Jitomate.pdf>

FIGUEROA CORAQUILLA, J. E. Comparación del efecto entre biol de conejo y sales minerales sobre la producción del apio (*Apium graveolens*) mediante hidroponía. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Central del Ecuador. Ecuador. 2022. Págs.1-120. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fa4cf009-5ae4-48bc-b8f7-246f782d3b05/content>

FLORES, K. “Cultivo de acelga”. ResearchGate [en línea], 2023. (Ecuador). [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Katherine-Flores-18/publication/373072055_Ano_de_la_unidad_la_paz_y_el_desarrollo_universidad_nacional_de_san_agustin_de_arequipa_escuela_profesional_de_ingenieria_agronomica_facultad_de_agronomia_informe_academico_cultivo_de_acealgas_asignatu/links/64d68653ad846e288285e4f5/ano-de-la-unidad-la-paz-y-el-desarrollo-universidad-nacional-de-san-agustin-de-arequipa-escuela-profesional-de-ingenieria-agronomica-facultad-de-agronomia-informe-academico-cultivo-de-acealgas-asignat.pdf

GARCÍA, Dayanara, APOLO, Vivanco y BERMEJO, Pacheco. Economic evaluation of the agricultural and industrial sector in the Ecuador 1980 - 2015. *ECA Sineergia Magazine*, Vol. 10, n° 2, (2019), (Ecuador). págs. 116-128.

GILMAOUR, Daniel; et al. " Do consumers value hydroponics. Implications for organic certification ". *Agricultural Economics*, vol. 50, n° 6, (2019), (Italia). págs. 707-721.

GODOY, C.; et al. *Manual de Campo: principales plagas y enfermedades en lechuga, tomate y cebolla.* Boletín INIAPN° 388 [en línea]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 2018. págs. 1-58. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/29387/INIA_Libro_0037.pdf?sequence=2&isAllowed=y

GONZALEZ ARIZAGA, L.; et al. *La rotación de cultivos como estrategia de manejo y control de la marchitez en alfalfa* [en línea]. España: Cuerpo Académico de Biotecnología Agrícola y Cuerpo Académico de Agricultura, Omnisciente, 2019. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: <https://doi.org/10.3926/oms.400>

GONZÁLES, W. Producción de lechuga hidropónica (*Lactuca Sativa* L.) en sistema de raíz flotante bajo el efecto de 3 bioestimulantes. (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agropecuario). Universidad Estatal Península de Santa Elena- Facultad de Ciencias Agrarias. Santa Elena. 2020. págs. 1- 43.

GONZALO MATUTE, Leonardo. Efecto de soluciones nutritivas en 2 variedades de apio (*Apium graveolens*) sembrado en condiciones hidropónicas en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Quevedo-Los Ríos. 2017. Págs. 1-73. [Consulta:2024-02-19]. Disponible en:
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e31890ff-297e-4132-a5ab-af2ac4308633/content>

GUADALUPE ROSARIO, S. Y. Efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*). [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Cotopaxi extensión la Maná. Maná. 2022. Págs. 1-110. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en:
<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8568/1/UTC-PIM-%20000452.pdf>

GÜEQUEN, Carlos. Evaluación económica del cultivo de *Lactuca sativa* en sistema hidropónico bajo invernadero en Puerto Aysén, Región de Aysén. (Trabajo de titulación) (Doctoral). Universidad Austral de Chile. Chile. 2018, págs. 1- 42.

HERNÁNDEZ LITUMA, K. M. Producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en un sistema hidropónico NFT con "logaritmos" y soluciones nutritivas orgánica e inorgánica en la ciudad de guayaquil. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de Guayaquil. Guayaquil. 2023. págs. 1-112. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en:
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/67688>

HOYOS, P. "Acelga". *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. [en línea], (2022). (España) [Consulta:2023-11-9]. Disponible en:
<https://www.mapa.gob.es/app/materialvegetal/fichamaterialvegetal.aspx?idficha=2531#:~:text=Es%20originaria%20de%20los%20pa%C3%ADses,por%20griegos%20romanos%20%20%C3%A1rabe.>

INFOAGRO. "El cultivo del apio". *Infoagro* [en línea], n° 1, (2022). págs.1-11. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: <https://www.infoagro.com/hortalizas/apio.htm>

JICA. "Plagas del Apio". *Plagas y enfermedades de cultivos Hortícolas*, vol. 1, n° 1, (2019), (Corea). págs. 1-12.

MIRANDA QUIMIS, G. L. Evaluación de productos nitrogenados en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*). [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Jipijapa - Manabí – Ecuador. 2018. págs. 1-107. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en:
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1044/1/TESIS%202018%20FINAL.pdf>

MORALES GARCÉS, C. E. Biofortificación del cultivo de apio (*Apium graveolens*) mediante la utilización de yodo agrícola. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Cevallos-Ecuador. 2022.págs. 1-42. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36984/1/Tesis338%20%20Ingenier%3%ada%20Agron%3%b3mica%20-%20Morales%20Garc%3%a9s%20Christian%20Eliseo.pdf>

OÑATE, Diego. Diseño y evaluación de planta modular de desalinización de agua de mar con paneles solares y cultivos hidropónicos (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de ingeniería química biotecnología y materiales. Santiago de Chile. 2019. págs. 1-57.

PACHÓN CAMELO, J. M. Producción y comercialización de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa* L.), como una alternativa económica para pequeños productores de Viotá, Cundinamarca. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de la Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Agronómica. Yopal. 2020. págs. 1-85. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en:
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1180&context=ingenieria_agronomica

PATRICIA, E. “Pulgón de la lechuga”. *Centro Regional INIAP La Platina* [en línea], 2018. (Centro Regional INIA La Platina) vol. 1. Págs. 1–2. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en:
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/66725/NR41190.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Pulg%C3%B3n%20de%20la%20lechuga%20%2D%20Nasonovia%20ribisnigri.&text=El%20pulg%C3%B3n%20es%20una%20plaga,menos%20de%2016%C2%B0C>.

PÉREZ MÁRQUEZ, M. Evaluation of *Coniothyrium minitans* treatment for the control of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and *S. minor* in lettuce crop plots. [En línea]. (Trabajo de

titulación) (Ingeniería). Universität Polytechnic de València. 2021. Págs. 1-27. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en:
<http://hdl.handle.net/10251/178773S>

PERTIERRA LAZO, Rosa. "Análisis económico de lechugas hidropónicas bajo sistema raíz flotante en clima semiárido". *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* [En línea], 2020, (Quito), vol. 31 (1), pág. 118. [Consulta:2024-02-29]. ISSN:1390-8596. Disponible en:
<http://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.09>

PINEDO, Alexia. Proyecto de inversión para la instalación de un vivero para la producción industrial de hortalizas hidropónicas en la ciudad de Chiclayo 2021. (Trabajo de titulación). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ciencias Empresariales, Escuela de Administración de Empresas. Chiclayo. 2022. págs. 1-108.

POZO, Luis. Producción hidropónica de apio (*Apium graveolens*) y lechuga (*Lactuca sativa*), inyectando micronanoburbujas en el riego. (Trabajo de titulación) (Magister). Universidad Nacional Agraria la Molina, Escuela de posgrado maestría en riego y drenaje, Lima-Perú. 2018. págs. 1-76. [Consulta:2024-02-29]. Disponible en:
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3677/pozo-moscol-luis-angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RICARDO, Joselyn. Evaluación del cultivo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa* L.) en raíz flotante bajo diferentes soluciones nutritivas [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Agropecuaria. Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias Agrarias. La Libertad. 2019. págs. 1- 55.

RIVERA, C. Sistema inteligencia de detección de estrés hídrico para determinar la calidad de cultivo de lechuga a través de visión artificial (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnico del Norte. Ibarra- Ecuador. 2023.págs. 1-146.

RODRIGUEZ, William. Producción de lechuga (*Lactuca Sativa* L) en hidroponía cantón Guayaquil, provincia de Guayas. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agronomía). Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil. 2021. págs. 1- 47.

ROFIGOH, P.; et al. "Searching for Suitable Cultivation System of Swiss Chard (*Beta vulgaris* subsp. *cicla* (L.) W.D.J. Koch) in the Tropical Lowland." *Journal of Horticultural Research*, vol. 3 n° 1 (2023), (United State of America). págs.81–90.

ROJAS TOGRA, M. L. Evaluación del desarrollo de la lechuga *Lactuca sativa* en un sistema hidropónico recirculante aplicando dos soluciones nutritivas en base a microorganismos benéficos (MOBS) en el cantón Paute-Azuay-Ecuador. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Paute-Azuay-Ecuador. 2019. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18107/1/UPS-CT008604.pdf>

SALAS ZAPATA, A. D. Producción de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris*) bajo efecto de tres dosis de ácido giberélico en el centro experimental Cota Cota. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Doctoral). Universidad Mayor de San Andrés. Cota Cota. 2019. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23805/TD-2748.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SEPÚLVEDA, P. "Oídio en lechuga". *INIAP- Instituto de Investigación Agropecuaria*. [en línea], 2018. (Centro Regional INIA La Platina), vol. 5, págs.1–2. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/66729/Ficha%20T%C3%A9cnica%20INIA%20N%C2%B0%2005?sequence=1&isAllowed=y>

SIVALEELA, M.; et al. Deep-Water Culture using Automated Hydroponic Systems. *International Conference on Edge Computing and Applications (ICECAA) 2023*. (Namakkal, India), págs. 674-678. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: doi: 10.1109/ICECAA58104.2023.10212402

SOLANO, Alma.; et al. "First Report of Erysiphe betae Causing Powdery Mildew on Chard (*Beta vulgaris* var. *cicla*) in Mexico." *Plant Disease* [en línea], 2022. (México), vol. 107 (4), págs. 987-1252. [Consulta:2023-11-9]. ISSN:0191-2917. Disponible en: <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-22-1321-PDN>

SOYLU, Soner.; et al. "First report of cercospora leaf spot on Swiss chard caused by *Cercospora beticola* in Turkey ". *Plant Pathology* [en línea], 2023, (Turquía), vol. 52 (6),

págs. 804-804. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2003.00913.x>

SUMEI, Yu.; et al. "Uptake and translocation of triadimefon by wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in hydroponics and soil conditions." *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 423, pág. 127011.

TEJADA ABAD, K. J. Producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) bajo un sistema de jardines verticales. [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Nacional Agraria la Molina. 2022. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5508/tejada-abad-kevin-jhon.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

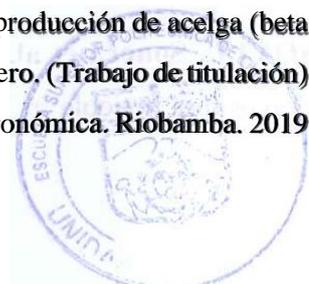
TENORIO MANCILLA, E. Niveles de gallinaza en el rendimiento de dos variedades de apio (*Apium graveolens* L.) en Canaán 2750 msnm – Ayacucho. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. 2020. [Consulta:2023-11-9]. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4922/1/TESIS%20AG1285_Qui.pdf

USIÑA ICHINA, E. M. Evaluación de ecoabonaza líquida a diferentes dosis y frecuencias en el comportamiento agronómico del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), remolacha (*Beta vulgaris*) Y apio (*Apium graveolens*) en el comportamiento agronómico del cultivo de lechuga en el campus Salache. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Cotopaxi. 2023. págs. 1-118

VANIPRIYA, C.H.; et al. "Artificial intelligence enabled plant emotion xpresser in the development hydroponics system". *ELSEVIER*, Vol. 45, (India). págs. 5034-5040.

VARGAS, Juan. Propagación asexual de pitahaya (*hylocereus undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la provincia de Camaná. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Católica de Santa María. Arequipa – Perú. 2022. págs. 1-60.

VILLACRÉS, Héctor. Evaluación de tres soluciones nutritivas en la producción de acelga (*beta vulgaris* l.) var fordhook giant, en hidroponía a raíz flotante en invernadero. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Facultad de Recursos Naturales, Escuela de ingeniería Agronómica. **Riobamba. 2019.** págs. 1-84.



ANEXOS

ANEXO A: ENCUESTA

- 1 ¿Qué edad tiene?
 - a) Menos de 18 años ()
 - b) 18-30 años ()
 - c) 31-50 años ()
 - d) Más de 50 años ()
- 2 ¿Cuál es su ocupación?
 - a) Agricultor ()
 - b) Habitante urbano ()
- 3 ¿Ha escuchado sobre la producción hidropónica con hortalizas (lechuga, apio y acelga) en el Cantón Riobamba-Chimborazo?
 - a) Sí ()
 - b) No ()
- 4 ¿Qué tan dispuesto estaría usted o los productores en adoptar el sistema hidropónico con hortalizas (lechuga, apio y acelga)?
 - a) Muy dispuesto ()
 - b) Dispuesto ()
 - c) Neutral ()
 - d) Poco dispuesto ()
 - e) Nada dispuesto ()
- 5 ¿Cuáles cree que podrían ser los beneficios del sistema hidropónico hidropónica con cultivos de hortalizas?
 - a) Mayor control en plagas y enfermedades ()
 - b) Mayor rendimiento de cultivos ()
 - c) Producción en menor tiempo ()
 - d) Productos de mejor calidad y menos contaminados ()
- 6 ¿Ha consumido productos hidropónicos (lechuga, apio o acelga) antes?
 - a) Sí ()
 - b) No ()
- 7 ¿Estaría dispuesto a pagar un precio ligeramente más alto por productos hidropónicos?
 - a) Sí ()
 - b) No ()
- 8 ¿Qué porcentaje más estaría dispuesto a pagar?
 - a) Hasta un 10% ()

- b) 11-21%
- c) 22%-36%
- d) 37-50%

9 ¿Cómo cree que la implementación de la hidroponía podría afectar la economía local en términos de empleo y oportunidades de negocio?

- a) Generación de Empleo Adicional
- b) Aumento de la Demanda de Mano de Obra Local
- c) Incentivo para la Educación Agrícola
- d) Mejora de la Economía
- e) Sus cultivos pueden ser Potencial para Exportaciones
- f) Desarrollo del Turismo Agrícola

10 ¿Ven la hidroponía como una forma de diversificar la producción agrícola en la zona?

- a) Sí
- b) No

11 ¿Cuál de los siguientes productos preferiría cultivar en un sistema hidropónico?

- a) Lechuga
- b) Apio
- c) Acelga

12 ¿Qué factores influyen en su elección de producto(s) hidropónico(s)?

- a) Sabor
- b) Calidad nutricional
- c) Aspecto visual
- d) Disponibilidad en el mercado

ANEXO B: PRUEBA DE PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA



Preparación de la solución nutritiva



Medición de la Ce y pH



Pesaje de los fertilizantes

ANEXO C: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HIDROPÓNICO NFT



Implementación del sistema Hidropónico



Instalación de plantulas en el sistema



Medición de pH y conductividad eléctrica



Temperatura



Aplicación de extracto de algas a la solución nutritiva

ANEXO D: COSECHA DE LOS CULTIVOS DE LECHUGA. ACELGA. APIO



Funcionamiento del sistema Hidropónico



Sistema hidroponico con la instalación de los cultivos a los 45 días



Cultivos de lechuga, apio y acelga antes de cosechar



Pesaje de lechuga



Pesaje de la acelga



Pesaje de apio a los 45 días de los cultivos que fue el día de la cosecha

ANEXO E: ENCUESTA APLICADA A LOS AGRICULTORES Y HABITANTES DE LA ZONA URBAN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA



Visita al sistema hidropónico de los habitantes urbanos y agricultores



Aplicación de la encuesta a los habitantes urbanos y agricultores de la Riobamba

ANEXO F: COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LECHUGA

COSTOS T1 CULTIVO DE LECHUGA

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
Invernadero					
Estructura metálica	Invernadero m2	10000	5,50	5500,00	
Plástico	Kg	5341	4,69	8340,86	
SUBTOTAL				13840,86	
Construcción del Sistema					22,20
Varilla 14mm	Qq	603	55,00	33165,00	
Tubos 4 in	M	20000	5,803	116060,00	
Tubos 2 in	M	6667	2,23	14866,67	
Tapones 4 in	In	3333	1,116	3720,00	
Codo 2 in	In	36667	0,58	21266,67	
Reducciones de 4*2 in	In	36667	2,35	86166,67	
Conector de media in	In	1667	1	1666,67	
Bomba					
Bombas 0.5 HP (Modelo Am - MD) Marca Linz eléctrica	#	4	1000	4000,00	
Otros materiales					
Pega	L	70	3,13	219,10	
Manguera	M	5000	2	10000,00	
Cable N 12	M	120	2,94	352,80	
Maestro albañil	Jornales	300	30	9000,00	
DEPRECIACIÓN				8328,10	
SUBTOTAL				17328,10	
Fertilizantes					27,79
Nitrato de amonio	Kg	791,6	0,792	626,63	
Fosfato Monoamónico	Kg	216	0,432	93,24	
Micros	Kg	21	0,625	13,02	
Extractos de algas	Kg	1	13,000	13,00	
Mano de obra	Jornal	150	15,00	2250,00	
SUBTOTAL				2995,89	
Trasplante					4,80
Plántulas	Plántulas	200000	0,03	6000,00	
Transporte	Carro	1	20,00	20,00	
Mano de obra	Jornal	150	15,00	2250,00	
Vasos de 2.5 onzas	Unidad	200000,00	0,06	12000,00	
SUBTOTAL				20270,00	
Cosecha y Venta					32,51
Mano de obra	Jornal	150	15,000	2250,00	

SUBTOTAL				2250,00	
TOTAL				56684,85	3,61
Imprevistos 10%				5668,49	
GRAN TOTAL				62353,34	9,09
					100,00

NUMERO DE PLANTAS	200000	170000
--------------------------	--------	--------

TOTAL, INGRESO BRUTO 170000

BENEFICIO COSTO	
INGRESO TOTAL	170.000,00
COSTO TOTAL	62.353,34
BENEFICIO/COSTO	2,73

ANEXO G: COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ACELGA

COSTOS T2 CULTIVO DE ACELGA

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
Invernadero					
Estructura metálica	Invernadero m2	10000	5,50	5500,00	
Plástico	kg	5341	4,69	8340,86	
SUBTOTAL				13840,86	22,20
Construcción del Sistema					
Varilla 14mm	qq	603	55,00	33165,00	
Tubos 4 in	m	20000	5,803	116060,00	
Tubos 2 in	m	6667	2,23	14866,67	
Tapones 4 in	in	3333	1,116	3720,00	
Codo 2 in	in	36667	0,58	21266,67	
Reducciones de 4*2 in	in	36667	2,35	86166,67	
Conector de media in	in	1667	1	1666,67	
Bomba					
Bombas 0.5 HP (Modelo Am - MD) Marca Linz eléctrica	#	4	1000	4000,00	
Otros materiales					
Pega	L	70	3,13	219,10	
Manguera	m	5000	2	10000,00	
Cable N 12	m	120	2,94	352,80	
Maestro albañil	Jornales	300	30	9000,00	
DEPRECIACIÓN				8328,10	
SUBTOTAL				17328,10	

Fertilizantes					27,79
Nitrato de amonio	kg	791,6	0,792	626,63	
Fosfato Monoamónico	kg	216	0,432	93,24	
Micros	kg	21	0,625	13,02	
Extractos de algas	kg	1	13,000	13,00	
Mano de obra	Jornal	150	15,00	2250,00	
SUBTOTAL				2995,89	
Trasplante					4,80
Plántulas	Plántulas	200000	0,03	6000,00	
Transporte	Carro	1	20,00	20,00	
Mano de obra	Jornal	150	15,00	2250,00	
Vasos de 2.5 onzas	Unidad	200000	0,06	12000,00	
SUBTOTAL				20270,00	
Cosecha					32,51
Mano de obra	Jornal	150	15,000	2250,00	
SUBTOTAL				2250,00	
TOTAL				56684,85	3,61
Imprevistos 10%				5668,49	
GRAN TOTAL				62353,34	9,09
					100,00

NUMERO DE PLANTAS 200000 120000

TOTAL, INGRESO BRUTO 120000

BENEFICIO COSTO	
INGRESO TOTAL	120.000,00
COSTO TOTAL	62.353,34
BENEFICIO/COSTO	1,92

ANEXO H: COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE APIO

COSTOS T1 CULTIVO DE APIO					
RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT (USD)	P. TOTAL (USD)	%
Invernadero					
Estructura metálica	Invernadero m2	10000	5,50	5500,00	
Plástico	kg	5341	4,69	8340,86	
SUBTOTAL				13840,86	22,20
Construcción del Sistema					
Varilla 14mm	qq	603	55,00	33165,00	
Tubos 4 in	m	20000	5,803	116060,00	
Tubos 2 in	m	6667	2,23	14866,67	

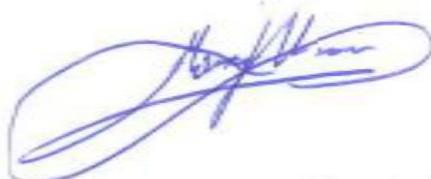
Tapones 4 in	in	3333	1,116	3720,00	
Codo 2 in	in	36667	0,58	21266,67	
Reducciones de 4*2 in	in	36667	2,35	86166,67	
Conector de media in	in	1667	1	1666,67	
Bomba					
Bombas 0.5 HP (Modelo Am - MD) Marca Linz eléctrica	#	4	1000	4000,00	
Otros materiales					
Pega	L	70	3,13	219,10	
Manguera	m	5000	2	10000,00	
Cable N 12	m	120	2,94	352,80	
Maestro albañil	Jornales	300	30	9000,00	
DEPRECIACIÓN				8328,10	
SUBTOTAL				17328,10	
Fertilizantes					27,79
Nitrato de amonio	kg	791,6	0,792	626,63	
Fosfato Monoamónico	kg	216	0,432	93,24	
Micros	kg	21	0,625	13,02	
Extractos de algas	L	1	13,00 0	13,00	
Mano de obra	Jornal	150	15,00	2250,00	
SUBTOTAL				2995,89	
Trasplante					4,80
Plántulas	Plántulas	200000	0,03	6000,00	
Transporte	Carro	1	20,00	20,00	
Mano de obra	Jornal	150	15,00	2250,00	
Vasos de 2.5 onzas	Unidad	200000,00	0,06	12000,00	
SUBTOTAL				20270,00	
Cosecha					32,51
Mano de obra	Jornal	150	15,00 0	2250,00	
SUBTOTAL				2250,00	
TOTAL				56684,85	3,61
Imprevistos 10%				5668,49	
GRAN TOTAL				62353,34	9,09
					100,00

NUMERO DE PLANTAS	200000	100000
TOTAL, INGRESO BRUTO		100000
BENEFICIO COSTO		
INGRESO TOTAL	100.000,00	
COSTO TOTAL	62.353,34	
BENEFICIO/COSTO	1,60	



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 3/06/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Yajaira Mishell Paguay Allauca
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: RECURSOS NATURALES
Carrera: AGRONOMÍA
Título para optar: INGENIERA AGRÓNOMA
 Ing. Marco Aníbal Vivar Arrieta Director del Trabajo de Titulación
 Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova. PhD Asesor del Trabajo de Titulación