

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de
invernadero, Allpachaca - Chiara - Ayacucho, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

Filomeno Bejar Hinostroza

ASESOR:

Ing. Herbert Núñez Alfaro

Ayacucho-Perú

2023

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud,
sabiduría e iluminar mi camino.

A mis padres: Filomeno Bejar Galindo y
Leonarda Hinostriza Prado, quienes con
mucho sacrificio me encaminaron en todo
momento. Espero que este logro sea un
pequeño reconocimiento a su gran apoyo.

A todos mis docentes de la Escuela
Profesional de Ingeniería Agrícola
quienes me brindaron su
conocimiento, apoyo y orientación
durante mi formación profesional.

A todos mis familiares y amigos, estoy tan
agradecido por apoyarme tanto sin recibir
nada a cambio. Gracias por tanto apoyo.
Los quiero mucho y siempre los recordaré.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a mi Alma mater, la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, por haberme formado como profesional para el servicio del pueblo.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, por haber hecho de mí un profesional que pueda hacer frente a las dificultades en la búsqueda de soluciones en beneficio de la sociedad más olvidada.

A la gloriosa Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme educado en sus aulas.

A todos mis docentes, en especial a la directora de la Escuela, la Ph.D. Sandra del Águila Ríos, quienes han contribuido en mi formación profesional con sus conocimientos.

Al Ing. Herbert Núñez Alfaro, asesor de la presente tesis, gracias por su apoyo constante y guía que hace posible para la culminación del trabajo de investigación.

A mis queridos padres y hermanos por el constante apoyo brindado, moral y espiritualmente en el transcurso de mi carrera profesional.

A la empresa R & S Andinos Inversiones Generales S.A.C., por haberme brindado el apoyo logístico para la conclusión de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
BSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general.....	1
Objetivos específicos.....	1
CAPÍTULO I.....	2
MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 Antecedentes del estudio.....	2
1.2 Invernadero.....	3
1.2.1 Invernadero tipo capilla (a dos aguas).....	3
1.3 Hidroponía.....	4
1.3.1 Sistema “NFT” (Técnica de Película de Nutrientes).....	5
1.3.2 Materiales que componen el funcionamiento del sistema “NFT”.....	6
1.3.3 Requisitos para una buena producción en el sistema “NFT”.....	8
1.3.4 Eficiencia en el uso del agua.....	10
1.3.5 Causas de la pérdida de agua en el riego.....	10
1.3.6 Velocidad admisible en tuberías.....	10
1.3.7 Software Hcanales V 3.0.....	11
1.3.8 Agricultura orgánica.....	16
1.3.9 El biol.....	18

1.4 Descripción sobre la lechuga	22
1.4.1 Lechuga.....	22
CAPÍTULO II.....	26
METODOLOGÍA.....	26
2.1 Ubicación del proyecto de investigación	26
2.2 Instrumentos y materiales	28
2.2.1 Instrumentos.....	28
2.2.2 Materiales.....	29
2.3 Unidad experimental.....	30
2.3.1 Diseño de un invernadero	30
2.3.2 Instalación de un invernadero	31
2.3.3 Materiales y costos para la construcción de un invernadero de 16x7.8m.	31
2.4 Metodología de la investigación	32
2.4.1 Diseño de un sistema de riego hidropónico NFT	32
2.4.2 Proceso de elaboración de biol	47
2.4.3 Costos de producción entre el cultivo tradicional e hidropónico.....	53
CAPÍTULO III	63
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
3.1 Resultado sobre el diseño de riego hidropónico con el uso de biol.....	63
3.2 Biol Resultados sobre la elaboración de biol.....	66
3.3 Resultados costos de producción entre sistema tradicional y sistema NFT ...	67
DISCUSIÓN.....	69
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Estimación del tamaño del estanque en función de las especies cultivadas</i>	7
Tabla 2. <i>Coeficiente de rugosidad n</i>	16
Tabla 3. <i>Ficha técnica de la tubería PVC</i>	16
Tabla 4. <i>Análisis químico de biol (supermagro)</i>	21
Tabla 5. <i>Clasificación taxonómica de la lechuga</i>	23
Tabla 6. <i>Materiales y costos const. inver. de (16.00mx7.80m)</i>	32
Tabla 7. <i>Tubería seleccionada de la línea de distribución</i>	45
Tabla 8. <i>Tubería seleccionada del canal de cultivo</i>	46
Tabla 9. <i>Ingrediente para el biol</i>	47
Tabla 10. <i>Ingredientes para prevenir enfermedades</i>	48
Tabla 11. <i>Diluciones de biol para aplicar a las hojas</i>	51
Tabla 12. <i>Composición química de biol hecha en la presente investigación</i>	53
Tabla 13. <i>Producción de lechuga en siembra tradicional</i>	53
Tabla 14. <i>Costos de mano de obra para la preparación de la tierra</i>	54
Tabla 15. <i>Costos de mano de obra para el trasplante y la cosecha</i>	54
Tabla 16. <i>Costos incurridos por abono, foliares y fungicidas orgánicos</i>	55
Tabla 17. <i>Resumen de los costos de producción en siembra tradicional</i>	55
Tabla 18. <i>Producción de lechuga en el sistema “NFT”</i>	57
Tabla 19. <i>Costo según material para la instalación de un sistema “NFT”</i>	57
Tabla 20. <i>Costo de bandejas germinadoras</i>	58
Tabla 21. <i>Costos en insumos para el sistema “NFT”</i>	59
Tabla 22. <i>Resumen de costo de producción de lechugas en “NFT” (en 1°er año)</i>	59
Tabla 23. <i>Análisis sobre la composición química de biol</i>	66
Tabla 24. <i>Indicadores de VAN, TIR y Rb/c del proyecto</i>	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Orientación de invernaderos para su construcción</i>	4
Figura 2. <i>Sistema hidropónico “NFT”</i>	5
Figura 3. <i>Componentes del sistema NFT</i>	6
Figura 4. <i>Secciones transversales las más conocidas</i>	11
Figura 5. <i>Elementos primordiales de un canal</i>	12
Figura 6. <i>Mapa de ubicación y localización del proyecto</i>	27
Figura 7. <i>Vista satelital de la zona de investigación</i>	28
Figura 8. <i>Vista estructura y arquitectura del invernadero</i>	30
Figura 9. <i>Invernadero tipo capilla</i>	31
Figura 10. <i>Plano del sistema hidropónico NFT – vista en planta</i>	33
Figura 11. <i>Componentes del sistema NFT en paralelo</i>	34
Figura 12. <i>Esquema hidráulico</i>	35
Figura 13. <i>Esquema hidráulico vista en perfil</i>	36
Figura 14. <i>Depósito de solución nutritiva (biol+agua)</i>	37
Figura 15. <i>Canal de cultivo</i>	38
Figura 16. <i>Tubería de distribución</i>	40
Figura 17. <i>Bomba de impulsión de 1 HP</i>	42
Figura 18. <i>Instalación de la base para el sistema NFT</i>	43
Figura 19. <i>Tubería colectora en funcionamiento</i>	44
Figura 20. <i>Lugar del almácigo</i>	44
Figura 21. <i>Trasplante de lechuga</i>	45
Figura 22. <i>Secuencia de operaciones en el cultivo de lechugas en sistema “NFT”</i> .	46
Figura 23. <i>Preparación de biol a base de estiércol fresco</i>	49
Figura 24. <i>Cosecha de biol</i>	50
Figura 25. <i>Sistema hidropónico NFT en funcionamiento</i>	63
Figura 26. <i>Resultados del canal de cultivo</i>	64
Figura 27. <i>Resultados de la tubería colectora</i>	65
Figura 28. <i>Foliar orgánico (biol) cosechado y envasado</i>	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Ilustración 1. <i>Resultado de laboratorio de análisis químico de biol</i>	75
Ilustración 2. <i>Nivelación del terreno a instalar</i>	76
Ilustración 3. <i>Instalación de la base de soporte para el sistema NFT</i>	76
Ilustración 4. <i>Instalación del depósito para la solución nutritiva</i>	77
Ilustración 5. <i>Instalación eléctrica y el temporizador</i>	77
Ilustración 6. <i>Instalación de la bomba de impulsión</i>	78
Ilustración 7. <i>Instalación del canal de cultivo</i>	78
Ilustración 8. <i>Sistema NFT puesta en funcionamiento</i>	79
Ilustración 9. <i>Cultivo de lechuga lista para la cosecha</i>	79
Ilustración 10. <i>Plano de ubicación y loc. del trabajo de investigación</i>	83
Ilustración 11. <i>Plano de un invernadero tipo capilla de 16mx7.80m</i>	84
Ilustración 12. <i>Plano de estructura - base para las mesas hidropónicas</i>	85
Ilustración 13. <i>Plano de mesas hidropónicas del sistema NFT</i>	86
Ilustración 14. <i>Plano de circuito de la solución nutritiva en NFT</i>	87
Ilustración 15. <i>Plano de componentes del sistema NFT</i>	88
Ilustración 16. <i>Plano de pendientes para el riego en el sistema NFT</i>	89
Artículo científico	90

RESUMEN

El proyecto de investigación fue realizado en la comunidad de Allpachaca, distrito de Chiara, en la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; que consiste en el diseño de riego hidropónico en el sistema “NFT” (semi-automatizado) instalado dentro de un invernadero tipo capilla en un área de 124.80 m², el periodo de riego fue controlado por un reloj temporizador, el cual está conectado directamente con la bomba de impulsión para una mejor recirculación de la solución nutritiva. Los objetivos de la presente investigación son: **1)** Diseñar en AutoCAD un riego hidropónico en el sistema “NFT”. **2)** Realizar la preparación de biol como foliar orgánico. **3)** Comparar los costos de producción entre el cultivo tradicional y el cultivo hidropónico “NFT”. Como resultado; se instaló un sistema hidropónico “NFT” en paralelo utilizando como canal de cultivo la tubería PVC sanitario de 4”, complementado con riego recirculante; para la preparación de biol se contó con las siguientes materias primas: estiércol fresco vacuno, suero de leche, melaza, levadura y agua como resultado se obtuvo un foliar orgánico, a los 60 días de su preparación; en la comparación de costos de producción entre el cultivo tradicional y el cultivo en sistema “NFT”, resultó como sigue: en el cultivo tradicional denominado también cultivo a campo abierto, el costo de producción (anual) en un área de 124.80 m², fue de S/. 532.00 resultando una utilidad de S/. 281.81 y en el cultivo hidropónico el costo de producción (en el primer año) en un área de 124.80 m², fue de S/. 7,668.80 resultando una utilidad de S/. 197.45. Por lo que se concluye que el sistema hidropónico “NFT” tiene un costo de instalación elevado, pero a partir del segundo año de producción, la rentabilidad es mucho mayor y los cultivos son mucho más limpias y de mayor calidad. Por lo tanto, se recomienda instalar este tipo de tecnología en otros cultivos.

Palabras clave: Biol, foliar orgánico, costo de producción, cultivo lechuga.

BSTRACT

The research project was carried out in the community of Allpachaca, district of Chiara, in the province of Huamanga, department of Ayacucho; which consists of the design of hydroponic irrigation in the "NFT" (semi-automated) system installed inside a chapel-type greenhouse in an area of 124.80 m², the irrigation period was controlled by a timer clock, which is directly connected to the drive pump for a better recirculation of the nutrient solution. The objectives of this research are: 1) Design in AutoCAD a hydroponic irrigation in the "NFT" system. 2) Carry out the preparation of biol as organic foliar. 3) Compare production costs between traditional cultivation and hydroponic cultivation "NFT". As a result; an "NFT" hydroponic system was installed in parallel using the 4" sanitary PVC pipe as a culture channel, complemented with recirculating irrigation; for the preparation of biol, the following raw materials were available: fresh bovine manure, whey, molasses, yeast and water, as a result, an organic foliar was obtained, 60 days after its preparation; In the comparison of production costs between the traditional cultivation and the cultivation in the "NFT" system, it was as follows: in the traditional cultivation also called open field cultivation, the production cost (annual) in an area of 124.80 m², was of S/. 532.00 resulting in a utility of S/. 281.81 and in hydroponic cultivation the cost of production (in the first year) in an area of 124.80 m², was S/.7,668.80 resulting in a profit of S/. 197.45. Therefore, it is concluded that the "NFT" hydroponic system has a high installation cost, but from the second year of production, the profitability is much higher and the crops are much cleaner and of higher quality. Therefore, it is recommended to install this type of technology in other crops.

Keywords: Biol, organic foliar, production cost, lettuce crop.

INTRODUCCIÓN

La falta de agua con fines de riego es uno de los problemas muy frecuentes que aquejan a la Región de Ayacucho, todo ello es mayormente por el uso incorrecto del agua y la falta de tecnificación en los tipos de riego.

Otro gran problema es que en el 44% de las parcelas todavía predomina el riego por gravedad, muy poco eficiente en el uso del agua para el cultivo, así mismo la falta de tecnificación y la falta de capacitación a los agricultores en ámbito rural, son los que afectan el déficit hídrico, según (Rivera, 2018).

Debido a ello, la presente investigación titulado “Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Allpachaca - Chiara - Ayacucho, 2022”, está proyectado a optimizar el agua con la implementación del riego mediante la recirculación en el sistema NFT.

Este trabajo demuestra las ventajas y desventajas de un invernadero y el sistema hidropónico NFT en paralelo, esto le permite ahorrar aún más agua, lo que significa optimizar, gracias a la recirculación del riego.

La finalidad de la investigación es encontrar nuevas formas de riego para una mejor eficiencia con el respectivo ahorro del recurso hídrico en la agricultura de la comunidad de Allpachaca, para tal fin se ha propuesto alcanzar lo siguiente:

Objetivo general

Implementar el riego hidropónico recirculante con el uso de biol como un foliar orgánico en el cultivo de lechuga y promover su uso con la finalidad de producir productos ecológicas y económicas en la comunidad de Allpachaca.

Objetivos específicos

1. Diseñar un sistema de riego hidropónico “NFT” con el uso de biol, a base de tuberías de PVC para el cultivo de lechugas en la comunidad de Allpachaca.
2. Elaborar preparados biológicos (foliar orgánico – biol) a partir de estiércol vacuno para aumentar el rendimiento de la siembra de lechugas.
3. Comparar costos de producción de lechugas, entre cultivos tradicionales y cultivos en sistemas hidropónicos NFT.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes del estudio

En 2019, en el distrito de Tiabaya se realizó un estudio comparativo entre el cultivo en chacra y cultivo hidropónico. En esta investigación se estimó que en el Perú hay de entre 60% al 70% de las especies biológicas. Según el estudio el agotamiento de los recursos que existen, lo que conlleva a una grave degradación de algunas tierras, dando lugar a los siguientes males: desertificación, despoblación, salinización, pérdida de tierras agrícolas y envenenamiento de la flora. Por ello, se insta; promover la explotación y uso eficiente de los recursos naturales renovables. (Pérez, 2019).

En el año 2009. Se realizó un diseño de dos tipos de riego automático para invernaderos rurales, con la finalidad de desarrollar la hidroponía en cultivo de hortalizas en las comunidades altoandinas y así ahorrar el agua, además se pudo evaluar dos propuestas de riego como: riego por goteo y riego en “NFT” para seleccionar una de ellas la que se adecua bien al lugar. (Bautista, 2009).

En la localidad de Allpachaca los invernaderos existentes fueron construidos de forma tradicional y con poca tecnificación debido a la falta de capacitaciones y los planes de desarrollo para el agro de la sierra peruana.

Ante esta situación planteamos algunas soluciones en beneficio de la agricultura en el campo como: la construcción de invernaderos implementados con hidroponía tipo “NFT” que generan un micro clima que beneficia al agricultor.

Las bondades de un invernadero tipo capilla (a dos aguas) e hidroponía “NFT” en paralelo nos han conllevado a la realización de la presente tesis en beneficio de las familias de la comunidad de Allpachaca.

1.2 Invernadero

Un invernadero es aquella estructura que nos proporciona de espacios de cultivo en los que el clima es diferente al exterior debido a los cambios ambientales provocados por el intercambio de materiales cerrados entre la parcela, el sustrato y el cuerpo vegetal. (Villele, 1983).

1.2.1 *Invernadero tipo capilla (a dos aguas)*

Con respecto al techo la pendiente es variable, pues depende de la orientación, radiación y la pluviometría (que puede variar de 14 grados a 34 grados). Las medidas del ancho varían desde 5 m a 10 m (pueden ser mayores a mencionadas medidas). Las medidas de las alturas de los laterales varían desde 2.50 m a 3.00 m y la altura de la cumbrera varia desde 3.50 m a 4.50 m, también sí se puede construir más bajos que las medidas señaladas, pero su construcción no son recomendables. (Serrano, 2005).

Ventajas:

- ❖ Construcción de baja a mediana complejidad.
- ❖ Uso de materiales económicos (rollizos y maderas de eucalipto).
- ❖ Se puede construir con materiales de cobertura flexible como también rígidos.

Desventajas:

- ❖ Dificultad para la ventilación.
- ❖ A la misma altura cenital, su volumen cerrado es menor que el del invernadero curvo, este comportamiento se debe al tipo de techo.
- ❖ Mayor número de componentes para reducir la transmitancia.
- ❖ Elementos de apoyo interior que dificultan el libre movimiento del personal y colocación de plantas.

Orientación de un invernadero

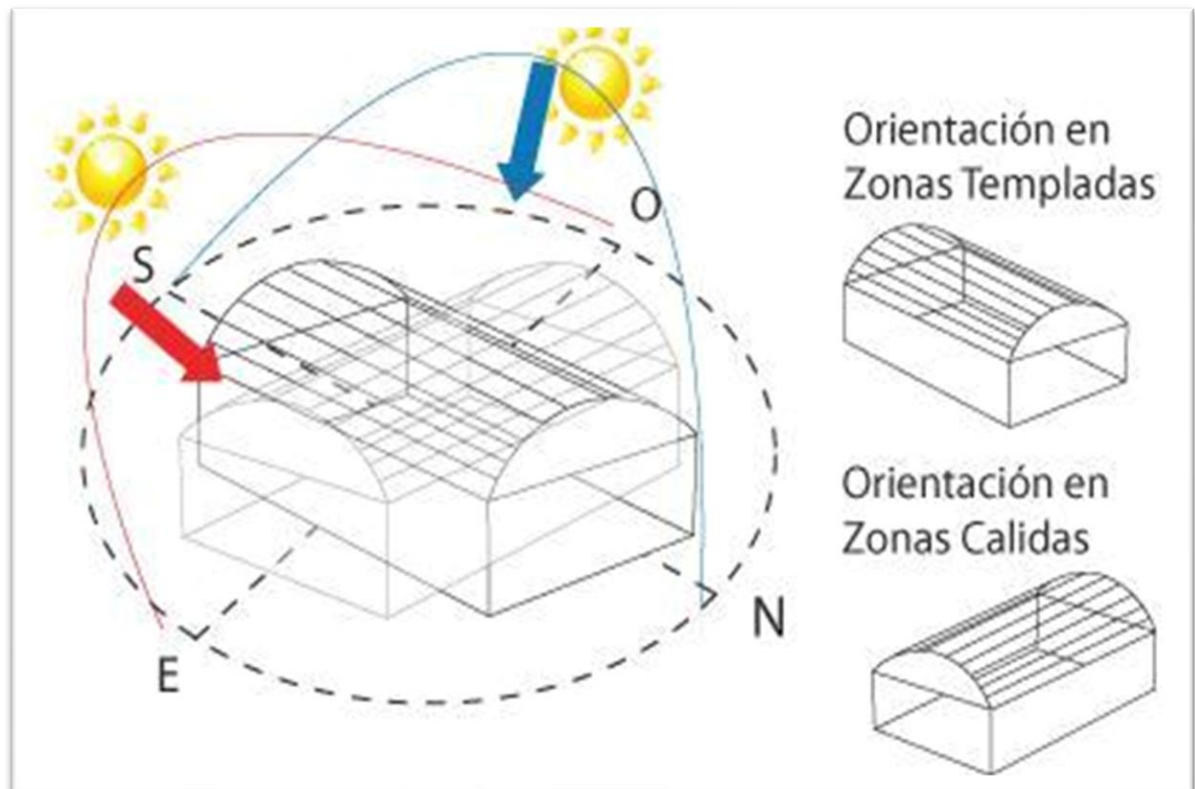
En las zonas de clima templada es recomendable construir un invernadero con la orientación de norte a sur, pues permite la adecuada iluminación de la luz solar. Sin embargo, algunos estudios recientes recomiendan que la orientación óptima dependerá de la latitud; por ejemplo, en parcelas que se encuentran a más de 40 grados de latitud, una orientación noroeste sería más adecuada. Cabe señalar que las entradas del invernadero deben mantenerse alejadas de las áreas expuestas a los vientos invernales, para minimizar la pérdida de calor se debe abrir la puerta. (Castilla, 2007).

La orientación longitudinal de un invernadero en zona templada es de Norte a Sur.

En la siguiente figura 1 se observa la orientación de invernaderos según la zona en la que se encuentra la parcela.

Figura 1.

Orientación de invernaderos para su construcción



Fuente: Hidroenv (2016)

1.3 Hidroponía

La hidroponía se define como un trabajo en el agua que se basa en técnicas muy avanzadas que permiten que los cultivos se desarrollen adecuadamente en un lugar sin tener contacto con el suelo (sustrato). Para la construcción de la base de hidroponía “NFT” se puede usar materiales netamente del lugar, para así poder abaratar el alto costo de su instalación. (Beltrano & Gimenez, 2015).

1.3.1 Sistema “NFT” (Técnica de Película de Nutrientes)

El sistema “NFT” es una tecnología de cultivo en agua, llamado también como cultivo en lámina de solución nutritiva. Es una técnica en la que las plantas crecen teniendo en contacto sus raíces dentro de una película de agua a través de la cual recircula continuamente la solución nutritiva con la ayuda de una bomba de agua, y por la pendiente que existe entre el punto más alto y el más bajo del canal del cultivo el agua retorna mediante un canal de retorno al depósito de solución. (Rodríguez, 2005).

En la figura 2 se observa el funcionamiento del sistema NFT.

Figura 2.

Sistema hidropónico “NFT”



Fuente: (Hydro environment, 2017)

Ventajas en el cultivo hidropónico

- ❖ Cultivos libres de bacterias, parásitos, hongos y contaminación.
- ❖ La no contaminación de los riachuelos
- ❖ Cosechas en menor periodo
- ❖ Producción de cultivos en cualquier estación del año
- ❖ Mínimo uso del agua
- ❖ La no utilización de plaguicidas, etc

- ❖ No se utiliza maquinarias agrícolas
- ❖ Facilidad para la automatización
- ❖ Mano de obra más económica y eficiente
- ❖ La rápida recuperación de la inversión inicial
- ❖ Eficiencia de riego
- ❖ Producción más limpia y de mayor calidad

Desventajas

- ❖ Costo inicial alto.
- ❖ Dificultad para la ventilación
- ❖ Previa capacitación para la instalación

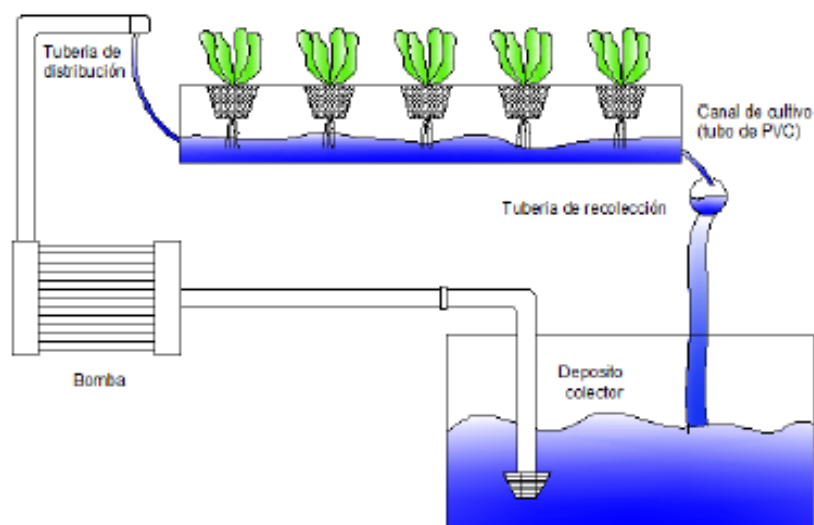
1.3.2 *Materiales que componen el funcionamiento del sistema “NFT”*

La figura 3, nos muestra el circuito en funcionamiento con los principales componentes de un sistema NFT.

- a) depósito de solución nutritiva,
- b) bomba de agua,
- c) tubería de distribución,
- d) canales de cultivo,
- e) tubería de retorno,

Figura 3.

Componentes del sistema NFT



Fuente: Bautista (2009).

a) Deposito de solución nutritiva

Es el lugar donde se almacena la solución nutritiva, desde allí comienza la circulación del agua, pasando por cada canal de cultivo y retorna por gravedad hacia el mismo depósito, es por ello que lleva la denominación de riego recirculante. En cuanto a su volumen de almacenaje está determinado principalmente por el m² de superficie de plantación. (Bautista, 2009).

En la siguiente tabla 1 apreciamos la capacidad del tanque colector.

Tabla 1.

Estimación del tamaño del estanque en función de las especies cultivadas

Especie	Volumen de solución que consume (l planta/día)	Densidad de plantación (planta/m ²)	Capacidad aproximada del estanque (l/m ²)
Lechuga	0.3	24	9
Tomate	2.5	5	16
Pepino	3.0	5	19

Fuente: Carrasco (2015).

Al resultado se le agrega un 25% más que el consumo, además se le tiene que añadir los foliares orgánicos y/o químicos, esta solución preparada permanecerá en el depósito durante una campaña o dos campañas dependiendo de la producción. (Carrasco, 2015).

b) Bomba de agua

Es la encargada de llevar el agua desde el depósito hacia el nivel más alta de los canales de cultivo. Teniendo en cuenta que la altura de bombeo es mínima, por ende, se necesitará una bomba de una potencia menor a 1HP, Incluso se puede afirmar que puede funcionar durante un largo tiempo. En el caso de una posible falla de la bomba o de la energía, se puede instalar convenientemente un dispositivo de bombeo diésel en forma paralela y el dispositivo se puede iniciar según sea necesario. (Bautista, 2009).

c) Tubería de distribución

Son tuberías que tienen la función de llevar y distribuir la solución nutritiva a los canales de cultivo. Las tuberías pueden ser de PVC y/o polietileno, su diámetro es dependiente del caudal requerido por todo el sistema, para su buen crecimiento de los cultivos es recomendable que ingrese a cada canal entre 1.50 L/min. a 3.00 L/min. para establecer una buena oxigenación. (Bautista, 2009).

d) Canales de cultivo

La principal característica del sistema "NFT" es que no usa tierra para su crecimiento sino, utiliza lámina de agua. El canal de cultivo es el lugar donde se alberga los cultivos desde el trasplante hasta la cosecha, se construye mayormente con tuberías de PVC de 3" y de 4" (Carrasco, 2015).

e) Tubería de retorno

Es la tubería que tiene la responsable de recolectar la solución nutritiva de todos los canales de cultivo y llevarla de regreso al tanque de recolección por gravedad. Dicha tubería principalmente es de PVC y siempre deberá contar con una pendiente adecuada para facilitar el retorno. (Bautista, 2009).

1.3.3 *Requisitos para una buena producción en el sistema "NFT"*

Para cosechar las hortalizas muy saludables, es muy necesario e importante entender y comprender el funcionamiento del sistema "NFT". Algunos requisitos que se deben cumplir se detallan a continuación:

a) Altura de la lámina de la solución nutritiva

La base fundamental para un buen funcionamiento del sistema "NFT" es mantener una lámina delgada de solución nutritiva que recircula según el tiempo programado, de tal manera que las raíces de las plantas estén bien oxigenadas desde el trasplante hasta la cosecha. Lo recomendable es que la altura de la lámina no sobrepase los 4 mm, es decir, que las raíces no estarán sumergidas completamente para así facilitar la oxigenación de la solución nutritiva y con ello la aireación de las raíces. (Carrasco, 2015).

b) Flujo de riego

Para poder mantener la recirculación del riego, es recomendable ajustar el caudal de ingreso a cada canal de 1.50 L/min. a 3 L/min. Esta cantidad de caudal es necesaria para dar suficiente oxígeno a las raíces de las plantas. Sin embargo, en la fase de crecimiento de las plántulas, es posible incrementar el caudal, porque estas raíces en crecimiento puedan alcanzarse entre sí formando grupos, llamado (colchón de raíces). Dicho "colchón" dificulta la correcta circulación del riego. Por lo tanto, para cultivos de raíces grandes (como el pepino y el tomate), el caudal de ingreso se debe incrementar a más de 2.00 L/min. (Carrasco, 2015).

c) Oxigenación del agua de riego

El agua no solo se oxigena con la circulación a través del canal de cultivo, también se puede oxigenar, al caer desde una altura sobre el depósito de solución. Por tanto, es recomendable dejar una altura adecuada entre la boca de la tubería de retorno y el depósito de solución. Lo recomendable es dejar una altura mayor a 50 cm. (Carrasco, 2015).

d) Pendiente

La pendiente de los canales de cultivo va desde los 0 % hasta los 3 %, mientras la pendiente de la tubería de retorno va desde los 2 % hasta los 5 % para así facilitar el periodo de retorno de la solución nutritiva. (Carrasco, 2015).

e) Longitud de los canales de cultivo

Es importante considerar la distancia longitudinal de los canales de cultivo, que no superen los 15 m. Por tanto, cuanto más corto sea la distancia de circulación de agua, el contenido de oxígeno se mantendrá activo para el rápido crecimiento de las plantas. Una longitud mayor que 15 m, da como resultado menor oxigenación, por ende, retraso en crecimiento de los cultivos, principalmente de las plantas al final de cada canal. (Carrasco, 2015).

Solución nutritiva

En hidroponía, los fertilizantes químicos y/o orgánicos se proporcionan netamente en la solución nutritiva, preparados en un depósito bien encerrados para que no se pueda contaminar y tampoco crezcan las algas. (Carrasco, 2015).

Manejo de hortalizas en sistema “NFT”

Los requerimientos para la producción en “NFT” del cultivo de lechuga se muestra a continuación: según (Carrasco, 2015).

i) Ficha de lechuga:

Datos

La temperatura de germinación de 4.50 °C a 27.00 °C.

Periodo de germinación de 6 días a 12 días.

N.º aproximado de semillas/gramo 800.

Longevidad de la semilla 3 años.

N.º planta/m² en “NFT” de 22 plántulas a 24 plántulas según el tipo de cultivo.

Tiempo desde el trasplante hasta la cosecha va desde los 28 días a 48 días.

Solución nutritiva

Factor de conductividad desde 15 hasta 25

pH desde 5.5 hasta 6.5

Consumo de solución por cada plántula de lechuga 0.3 L/planta.

1.3.4 Eficiencia en el uso del agua

La (EUA)” según (Salazar, Rojano, & López, 2014) se halla con la siguiente fórmula:

$$\text{Ef agua} = \frac{\text{Producción (kg)}}{\text{Agua utilizada (m}^3\text{)}} \dots \dots \dots (1)$$

1.3.5 Causas de la pérdida de agua en el riego

1) Pérdidas en la distribución

Son:

- ✚ Por infiltración: esta pérdida es debido a los canales sin recubrimiento y canales abiertos al aire libre.
- ✚ Por fuga: por sobrepresión en la tubería o golpes ocasionados por la maquinaria pesada o debido a las roturas y fallas en las juntas.

2) Pérdidas en la uniformidad

Son:

- ✚ Según el tipo de riego instalada: la pérdida se estima según el sistema de riego que se aplica en las parcelas.
- ✚ Según los tipos de emisores utilizados.
- ✚ Por la característica de la parcela: tipo de terreno, extensión a cultivar, pendiente, etc. Gracias a estos parámetros se pierde el agua mediante la percolación y escorrentía.
- ✚ Por la evapotranspiración del cultivo: distintos tipos de cultivos ya sean de porte corto o mediano.

1.3.6 Velocidad admisible en tuberías

Por gravedad:

La velocidad mínima permisible no debe ser menor a 0.60 m/s.

La velocidad máxima permisible es:

En tuberías hechas de concreto = 3 m/s

En tuberías de acero y PVC = 5 m/s

Para el resto de materiales se debe justificar las velocidades admisibles.

Por bombeo:

De acuerdo con las normas para el diseño de tuberías de descarga y presión en la red de abastecimiento de agua rural. (Thixe, 2004):

Para el funcionamiento normal del sistema, se deberán seleccionar materiales con diámetro comercial con velocidades de 0,6 m/s a 2,0 m/s.

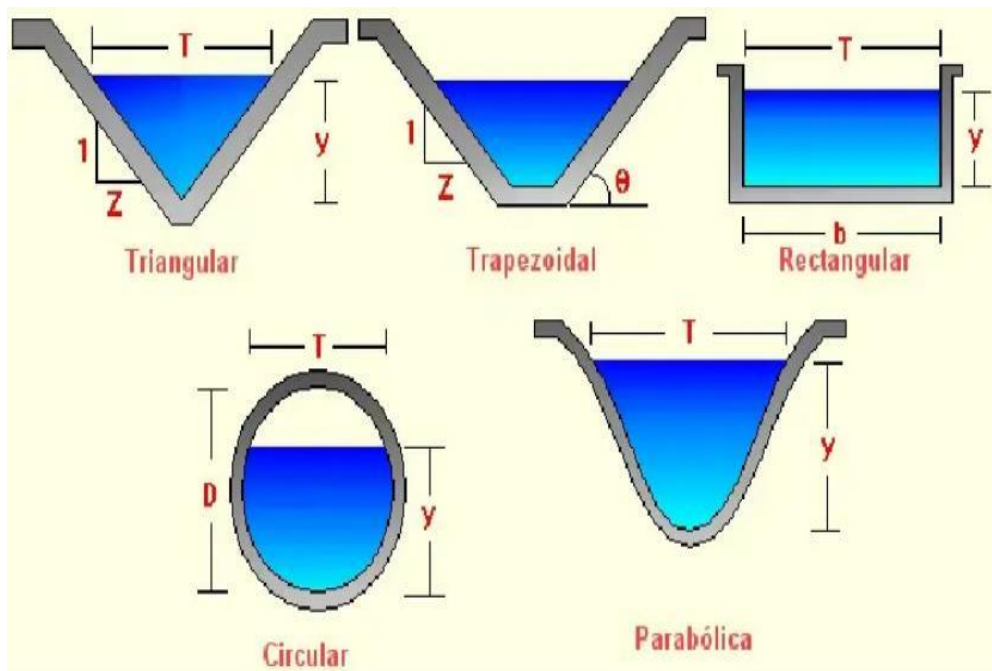
1.3.7 Software Hcanales V 3.0

Secciones transversales

En la siguiente figura 4, nos muestra los tramos transversales más utilizados en el programa Hcanales. (Villón, 2003).

Figura 4.

Secciones transversales las más conocidas



Fuente: Villón (2003). Manual de usuario de Hcanales.

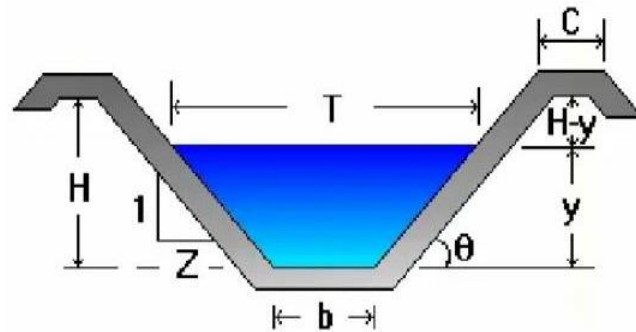
Elementos de las secciones transversales de un canal

Terminología

En la figura 5, se muestra una sección trapezoidal que define la terminología utilizada en el programa de HCanales. (Villón, 2003).

Figura 5.

Elementos primordiales de un canal



Fuente: Villón (2003). Manual de usuario de Hcanales.

Donde:

y: es el tirante

T: espejo del agua

H – y: borde libre

y: profundidad media, es: $y = A / T$

θ: ángulo de inclinación

Z: talud.

A: área hidráulica.

p: perímetro mojado.

b: ancho de solera

C: ancho de la corona del borde

R: radio hidráulico, es: $R = A/P$

H: profundidad del canal

Ecuaciones generales

Para la realización de un diseño de canal se requiere de la comprensión de varias ecuaciones.

A continuación, se muestran en forma resumida las ecuaciones a utilizar en el software HCanales. (Villón, 2003).

Ecuación de continuidad

$$Q = v * A \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

Q: caudal en m³/s

v: velocidad en m/s

A: área hidráulica en m²

Ecuación de la energía

$$ET = z + y + \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

ET: carga total de energía en m-kg/kg

Z: carga de posición, unidad m-kg/kg

v²/2g: carga de velocidad en m-kg/kg

Energía específica

$$E = y + \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

E: energía específica en m.

y: tirante crítico en m.

v: velocidad en m/s²

g: aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

Ecuación de Manning

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{0.5} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

V: velocidad media, en m/s

R: radio hidráulico, en m

S: pendiente de la línea de energía, en m/m

n: coeficiente de rugosidad

Ecuación de Manning y continuidad

Esta ecuación es la más usada para hallar el tirante normal:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{0.5} \dots \dots \dots (6)$$

Donde:

Q: caudal, en m³/s

A: área, en m²

R: radio hidráulico, en m

S: pendiente de la línea de energía, en m/m

n: coeficiente de rugosidad

Ecuación general del flujo crítico

Ecuación general, usada para calcular el tirante crítico:

$$\frac{Q^2}{a} = \frac{Ac^3}{Tc} \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

Q: caudal, en m³/s

g: aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

Ac: área hidráulica crítica, en m²

Tc: espejo de agua crítico, en m

Número de Froude

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}} \dots \dots \dots (8)$$

Donde:

Fr: Número de Froude, adimensional

v: velocidad media, en m/s

g: aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

A: área hidráulica, en m²

T: espejo de agua, en m

Fuerza específica

La fuerza específica posee como ecuación:

$$F = \frac{Q^2}{gA} + y_G A \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

F: fuerza específica

Q: caudal, en m³/s

g: aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

A: área hidráulica, en m²

y_G: profundidad en m.

Como se ve en la ecuación 9, está compuesto por 2 términos:

- ❖ El primer término representa la relación de desplazamiento del flujo por unidad de tiempo. (Villón, 2003).
- ❖ El segundo término se refiere a la fuerza de flotación por unidad de peso y el momento estático de área en relación con una superficie independiente. (Villón, 2003).

Las ecuaciones generales para el cálculo de los saltos hidráulicos se obtienen igualando primero las fuerzas específicas y luego los saltos hidráulicos. (Villon, 2003).

Coefficiente de rugosidad (n)

El valor de (n) que se utilizan para hacer un diseño adecuado en el programa de Hcanales, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.*Coefficiente de rugosidad n.*

Material	coeficiente “n” de Manning
Policloruro de vinilo (PVC), pared sólida	0.009
Concreto	0.012 - 0.014
Policloruro de vinilo (PVC) corrugado, pared interior lisa	0.012

Fuente: Rocha (2007) En el libro Hidráulica.

En casos específicos, el valor de (n) se encuentra establecidos en las especificaciones hechas por los fabricantes, ficha para tubería se muestra en la tabla 3.

Tabla 3.*Ficha técnica de la tubería PVC.*

Propiedades	Norma	Unidades
Peso específico a 25°C	ASTM D-792	1.41 gr/cm ³
Coefficiente de dilatación térmica	ASTM D-696	0.06 mm/m/°C
Constante dieléctrica	ASTM D-150	Hz: 3.0 - 3.8
Inflamabilidad	NTP 399.007	Auto extingible
Coefficiente de fricción	-----	n = 0.009 Manning
Tensión de diseño	ASTM D-638	100bar
Resistencia a la tracción	-----	48Mpa

Fuente: PAVCO (2019). Ficha técnica de la tubería.

1.3.8 Agricultura orgánica

Es la técnica de producción más antigua del mundo, pero su uso desde la década de 1950 se debe al uso de tecnologías impulsadas por la Revolución Verde, que utilizan la tierra de forma extensiva, utilizando principalmente agroquímicos sintéticos. (Hermoso, 2000).

Esta forma de cultivo, denominado también como cultivo ecológico, se caracteriza por el no uso de fertilizantes químicos, ni plaguicidas de origen químico, esta técnica de cultivo es respetuosa con la naturaleza (incluyendo dentro el ser humano), propicia el cuidado de los recursos naturales y el medio ambiente, contribuye con la salud de los agricultores y consumidores en general, además nos abre la puerta para un nuevo polo de desarrollo rural, más sano, eco-amigable. (Hermoso, 2000).

Ventajas:

Según (Suquilandia, 1996) las ventajas son:

- Permite el adecuado uso de los recursos naturales y sin contaminarlos.
- Mejora la fertilidad de los suelos aumentando la productividad del cultivo.
- Permite la cosecha de frutos y hojas sanos y de buena calidad.
- Cero riesgos para la salud del productor y de los consumidores.
- El costo de producción son las más baratas.
- Permite encontrar en los mercados, los productos más saludables, más sanos y las más nutritivas.
- El modelo de cultivo es muy aceptado por los pequeños productores (campesinos).

Desventajas:

Según (Suquilandia, 1996). Las desventajas de la agricultura orgánica son:

- Las propagandas de difusión de las casas que venden agroquímicos.
- La falta de conciencia de la población para su sana alimentación.
- La falta de apoyo del gobierno para hacer la difusión adecuada de la importancia de los alimentos orgánicos.

Abonos orgánicos

El fertilizante orgánico se refiere a cualquier material de origen orgánico que se usa para abonar a los cultivos o fertilizar el suelo. Los materiales como el estiércol de pollo, la cascarilla de café, el compost y los ácidos húmicos se clasifican como fertilizantes orgánicos. (Soto, 2003).

Propiedades:

Según (Antiatlon, 2014). El compost tiene la propiedad de afectar el suelo de cierta manera, aumentando su fertilidad. Especialmente, actúan sobre el suelo en los tres tipos de propiedades:

a. Propiedades físicas

- Los abonos orgánicos, por su color oscuro, absorben más la radiación solar, calentando el suelo y facilitando la absorción de los nutrientes.
- El compost mejora la estructura y textura del suelo, haciendo que la arcilla sea más ligera y el suelo arenoso más denso.
- Mejoran la infiltración del agua en el suelo, ya que afectan al drenaje y la aireación del suelo.

- Reducir la heredabilidad del suelo, tanto hídrica como eólica.
- Aumenta la capacidad de retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más agua durante la lluvia o el riego, y en el verano retienen el agua en el suelo por más tiempo.

b. Propiedades químicas

- Los fertilizantes orgánicos incrementan la capacidad amortiguadora del suelo y, por lo tanto, reducen las fluctuaciones del pH. Para aumentar la productividad.

c. Propiedades biológicas

- Los biofertilizantes favorecen la oxigenación del suelo, aumentando la actividad de las raíces y los microorganismos aerobios.

1.3.9 El biol

Es el resultado de la fermentación de los desechos de animales y vegetales: excrementos de aves, rastrojos, etc. Este proceso se realiza en ausencia del aire, el resultado se obtiene a los 60 días aproximadamente después de su preparación. (Moreno, 2015).

Ventajas:

- Se puede preparar con los insumos que se encuentran netamente en las chacras y corrales de los ganados.
- Preparación a bajo costo.
- Mejora el rendimiento de las plantas haciéndolo resistente a los ataques de plagas y enfermedades.
- No se requiere receta especial
- Llamado también como foliar orgánico.
- Fácil preparación y adaptación a diferentes tipos de envases.

Desventajas:

- Tiempo de preparación largo.
- Adecuado cuidado durante el proceso.

Ingredientes para la obtención de biol

a. Estiércol fresco

Es el fertilizante natural más importante que es producido por los animales. Su uso compacta suelos arenosos o abrillanta suelos calcáreos y refresca suelos cálidos, calizos y áridos. De todos

los fertilizantes, el estiércol de ganado actúa de manera más uniforme y por un período de tiempo más prolongado. Su vida útil depende principalmente del tipo de alimento que se le proporcione al animal que lo produce. El estiércol de la más alta calidad se obtiene de animales alimentados con control especializado y, por el contrario, los ganados alimentados con pajas, ichu, rastrojo, y la falta de convinar con los alimentos balanceados, producirán un estiércol de mala calidad y bajo valor. (Moreno, 2015).

b. Suero

El suero tiene la función de revitalizar un probiótico como lo hace la melaza; Aporta vitaminas, proteínas, grasas y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se forman durante la fermentación de biofertilizantes, y al mismo tiempo facilita la regeneración de la microflora fermentadora. (Restrepo, 2007).

c. La melaza

La melaza se comporta como fuente de energía de los microorganismos que participan en la fermentación en ausencia del aire. La melaza contiene potasio, magnesio, calcio, además contiene micronutriente como el boro. (Mosquera, 2010).

d. La levadura

Es la encargada de iniciar la fermentación. (Mosquera, 2010).

e. El agua

El agua es el responsable de crear las condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad reproductiva microbiológica, durante el periodo de fermentación. Además, cumple la función de homogenizar la humedad de todos los ingredientes que los compone el abono. Es muy importante tener en cuenta que la falta de agua es perjudicial para la obtención de un buen foliar orgánico. (Mosquera, 2010).

f. Los minerales

La adición de algunas sales minerales al preparado de biofertilizante, es opcional y se añade según las necesidades para cada tipo de cultivo y en cada etapa de su periodo desarrollo, es necesario mencionar que se pueden sustituir las sales minerales o sulfatos con ceniza de leña. (Restrepo, 2007).

Factores intervinientes en la preparación de biol

a. La temperatura

Esto depende del aumento de la actividad microbiana del fertilizante, que comienza con la mezcla de los ingredientes. Después de 14 horas de preparación del abono, la temperatura de preparación debe ser superior a 50°C. (Cajamarca, 2012).

b. La humedad

Es la determinante para el correcto desarrollo de las actividades microbiológicas durante el periodo de fermentación cuando se está fabricando el abono. Cabe mencionar que la falta como el exceso de humedad pueden perjudicar la obtención final de los preparados del abono. La humedad adecuada, para lograr la mayor eficiencia del proceso de fermentación, oscila entre 50 y 60 % del peso. (Cajamarca, 1012).

c. La aireación

Se estima que en la mezcla preparada debe estar concentrada de 6 a 10% de oxígeno. Si en caso se excede de lo mencionado trae la consecuencia de que se obtenga un biofertilizante de pésima calidad. (Cajamarca, 2012).

d. El tamaño de los ingredientes

Reducir el tamaño de las partículas de los ingredientes del preparado, tiene la ventaja de incrementar la superficie para la descomposición microbiológica. Cabe recalcar que especialmente las partículas pequeñas pueden causar compresión y ayudar a desarrollar un proceso anaeróbico. Es desfavorable y no puede alcanzar una buena superficie orgánica de la hoja. Si tiene demasiadas partículas pequeñas, se recomienda agregar rastrojos de paja o carbón. (Cajamarca, 2012).

e. El pH

El pH óptimo para la elaboración de foliar orgánico es de un 6 a 7.5. Los valores mayores de lo mencionado son perjudiciales para la actividad microbiológica en la descomposición de las materias. (Cajamarca, 2012).

f. Relación carbono - nitrógeno

La relación adecuada para la fabricación de un biofertilizante de rápida fermentación es de 25:35 menores a este valor trae mayores pérdidas de nitrógeno por volatilización, en cambio una relación mayor a lo indicado aumenta el periodo de fermentación. (Cajamarca, 2012).

Propiedades de biol

Además de servir como fuente de nutrientes (N, P, K, Ca, S), el biol también es un regulador del crecimiento, ya que contiene hormonas vegetales que favorecen el crecimiento del follaje (energía de crecimiento), la floración y fructificación, y favorecen la maduración de las plantas. (Mamani, 2012).

Composición química de biol

Es la fracción líquida que se obtiene de los lodos de un fermentador o biorreactor. Este "sucio" se decanta o sedimenta, obteniéndose un líquido parcial conocido como "Biol". Aproximadamente el 90% del material que ingresa al biorreactor se convierte en biorreactor. Por supuesto, esto depende del tipo de ingredientes que se fermenten y de las condiciones de fermentación. La Tabla 4 a continuación muestra la composición química del biool producido por Nelly Aliaga en 2017. (Aparcana, 2008).

Tabla 4.

Análisis químico de biol (supermagro)

Nutrientes	Unidades	Resultado
Nitrógeno	%	0.12
Fósforo	Ppm	8.6
Potasio	Ppm	112
Calcio	%	0.51
Magnesio	%	1.17
Boro	Ppm	0.12
pH	-----	3.59

Fuente: Biol supermagro, Nelly Aliaga (2017).

Función de los nutrientes

A. Macro elementos:

a. Nitrógeno (N)

Aporta en el crecimiento de las plantas.

b. Fósforo (P)

Aporta en el desarrollo de las raíces, floración y vigor de los frutos.

c. Potasio (K)

Aporta mayor rigidez a los tallos de las plantas. Interviene en el periodo de fructificación.

d. Magnesio (Mg)

Primordial para la fotosíntesis.

e. Calcio (Ca)

Elemento estructural de paredes y membrana celular.

f. Azufre (s)

Elemento primordial de aminoácidos, proteínas y vitaminas.

B. Los macro elementos secundarios

a. Hierro (Fe)

Primordial para la fotosíntesis. En componentes de las enzimas.

b. Manganeso (Mn)

Primordial para la fotosíntesis, que interviene en la síntesis de clorofila.

c. Boro (B)

Importante para la floración y formación de frutos.

d. Cloro (Cl)

Primordial para el crecimiento de las raíces y aéreo (yemas) de la planta.

1.4 Descripción sobre la lechuga

1.4.1 Lechuga

Grupo latino (2010), afirma que la lechuga se originó en la India y Asia Central hace 2500 años. Las primeras lechugas que se conocieron son las de hoja suelta y las acogolladas que eran conocidas en Europa desde el siglo XVI. En la actualidad la lechuga es una de las hortalizas más cultivadas en una superficie de unas 636 hectáreas y tiene una gran demanda. La siguiente tabla 5, nos muestra la clasificación taxonómica de la lechuga.

Tabla 5.

Clasificación taxonómica de la lechuga

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Cichorioideae
Género	Lactuca
Especie	<i>Lactuca sativa L.</i>

Fuente: Infoagro, (2010)

Descripción Botánica

Rubio (2000), citado por Salinas (2013), indica que la lechuga es una planta herbácea anual de rápido crecimiento.

Raíz: alcanza una longitud hasta los 25 cm de profundidad, presenta una raíz fibrosa, pivotante, superficiales y con muchas ramificaciones.

Hojas: están colocadas a manera de roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo como la variedad romana, y en otros se acogollan más tarde. Igualmente dependiendo de la variedad, el borde puede ser liso, ondulado o aserrado.

Tallo: son cortos, lactosas, cilíndricos y blandos, cubierto de follaje.

Flores: Agrupadas en ramilletes de color amarillo pálido, pequeño y hermafroditas, el ovario es unicelular y su único óvulo maduro es la semilla.

Semillas: Es picuda y plana, de color negro, blanco, amarillo o gris, según la variedad.

Propiedades nutricionales de la lechuga

Las propiedades varían dependiendo de la variedad, pero en general podemos decir que las lechugas están compuestas en un 95% por agua, presenta pequeñas cantidades de carbohidratos, fibra y proteína vegetal y su contenido en grasa es nulo.

Casi todas las verduras de hojas verdes nos aportan minerales como el potasio, el calcio, el fósforo, el magnesio, el yodo y el sodio. Por lo tanto, en las lechugas siempre encontramos vitaminas como la B9, vitamina C y vitamina A.

Requerimientos edafoclimáticos de la lechuga:

Siembra

Existen dos opciones a la hora de empezar con el cultivo de lechuga, si se quiere sembrar desde la semilla se debe tener mucho cuidado con no enterrarlas muy profundas pues se dificulta la germinación debido a su diminuto tamaño. Lo que se recomienda es que se debe enterrar entre 4 mm a 10 mm. Las semillas de lechuga se pueden sembrar directamente o en semilleros, lo más factible y lo que se utiliza más es la segunda opción.

Trasplante

El trasplante de las lechugas se debe realizarse una vez que las plántulas tienen entre 7 y 10 hojas.

Sustrato

El cultivo de lechuga requiere de suelos ricos en materia orgánica y deben ser de buena profundidad para que las raíces no tengan dificultades y que puedan crecer correctamente.

Luz

En zonas muy calurosas se podría sombrear parcialmente durante las horas más calurosas del día.

Clima

Aguantan temperaturas desde 5°C, pero se dan en mejores condiciones en temperaturas entre los 12° y los 20°. Si la temperatura es más elevada la planta tiende a espigarse, a dar flores y semillas.

El almácigo

Es una cama de tierra muy fértil, allí se colocan las semillas para que germinen y desarrollen hasta el momento del trasplante.

Los almácigos requieren suficiente agua para asegurar la germinación y crecimiento inicial.

Riego

Las lechugas necesitan de riegos periódicos y frecuentes, por lo tanto, los suelos deben tener buen drenaje y ser ligeros. La tierra debe mantenerse ligeramente húmeda de forma constante sin tener encharcamientos.

Plagas

Las plagas más comunes son caracoles, babosas o limacos.

Rotación de cultivos

Para prevenir las plagas y enfermedades, es necesario rotar con otros cultivos, generalmente es recomendable cambiar con hortalizas de fruto o de raíz.

Cosecha

La cosecha depende de la variedad y de las condiciones del cultivo, las lechugas estarán listas en un periodo de 40 a 60 días. Normalmente se utiliza el sistema de recolección donde solamente se cortan y acarrean las lechugas en campo para ser confeccionadas posteriormente en el almacén y si es de auto consumo se pueden realizar varios cortes de hojas conforme la planta va creciendo.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del proyecto de investigación

La investigación se pudo realizar dentro de un invernadero tipo capilla.

Ubicación política:

- Región : Ayacucho
- Provincia : Huamanga
- Distrito : Chiara
- Localidad : Allpachaca

Ubicación geográfica

El invernadero se encuentra ubicado en la comunidad de Allpachaca, barrio Carcasunto, en la Cuenca Alta Cachi, del distrito de Chiara, provincia de Huamanga, región Ayacucho, cuyas coordenadas UTM son:

- Coordenadas Este UTM : 579729.77 m E
- Coordenadas Norte UTM: 8519587.22 m E
- Altitud : 3510 m.s.n.m.
- Región Natural : Quechua.

Figura 6.

Mapa de ubicación y localización del proyecto

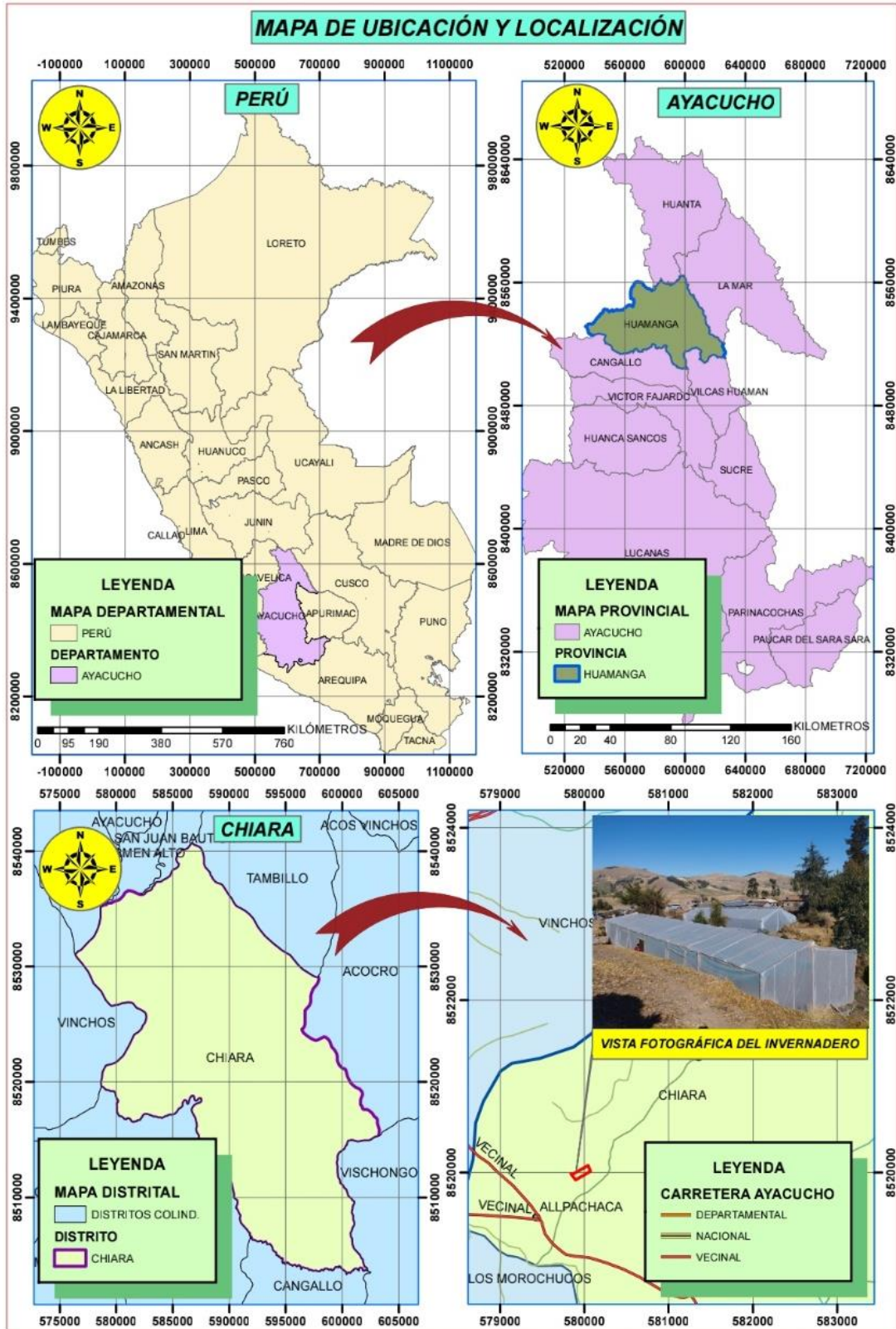


Figura 7.

Vista satelital de la zona de investigación



Fuente: Google Earth Pro.

2.2 Instrumentos y materiales

2.2.1 Instrumentos

Temporizador digital: Denominado también como Timer digital, se utilizó para controlar el tiempo de riego.

Bomba de agua: La bomba de impulsión que se utilizó fue de 1HP, que fue necesaria para suministrar la solución nutritiva a las plantas.

Laptop: Se utilizó para el procesamiento, organización y análisis de los datos durante todo el periodo de duración de la investigación.

Cámara fotográfica: Fue necesario el uso de este equipo para poder evidenciar el trabajo realizado en la siembra de la lechuga.

2.2.2 *Materiales*

Materiales de campo: Se utilizaron los siguientes materiales:

- ▶ Pico y pala
- ▶ Carretilla
- ▶ Martillo
- ▶ Alicata
- ▶ Flexo
- ▶ Alambre N° 8 y 16
- ▶ Plástico para el depósito de “SN”
- ▶ Clavo N° 4 y 8
- ▶ Tapa sanitario de 2” y 4”
- ▶ Canastilla para los cultivos
- ▶ Microtubo de polietileno de 5mm
- ▶ Tomacorriente
- ▶ Tablero eléctrico.
- ▶ Tuberías de PVC de 1” y 4”
- ▶ Tee de 1”
- ▶ Teflón
- ▶ Codo de 1” y 4”
- ▶ Pegamento de tubos PVC
- ▶ Uniones de tubos PVC
- ▶ Tee de 1”
- ▶ Válvula de paso
- ▶ Cable para la electricidad
- ▶ Lija de metal
- ▶ Soquet
- ▶ Interruptor

Semillas de lechuga: La semilla fue almacenada y posteriormente fue cultivada en los canales de cultivo en el sistema “NFT”.

Sustrato: Fue utilizado para el almácigo.

Bandejas de almácigo: Se utilizó para germinar las semillas.

Vasos de plástico: Se utilizaron vasos descartables, para realizar el trasplante al sistema hidropónico “NFT”.

Biol: Se utilizó el biol como foliar orgánico para la adecuada dosificación de nutrientes hacia los cultivos.

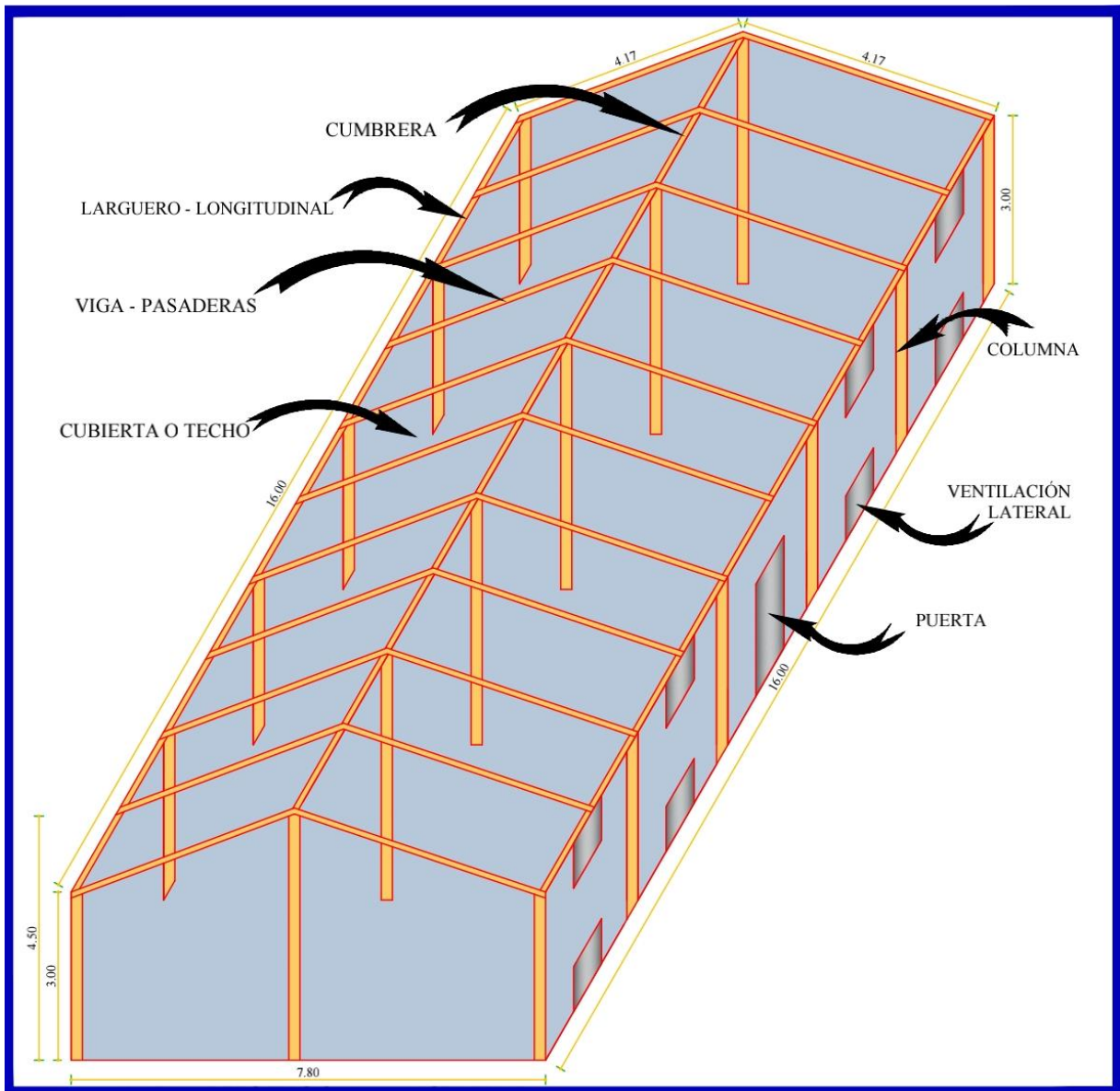
2.3 Unidad experimental

2.3.1 *Diseño de un invernadero*

Se diseñó un invernadero tipo capilla (a dos aguas) de 16.00 m de largo por 7.80 m de ancho, cubierta de plásticos para invernadero Agrofilm de color transparente de 200 micras, con la finalidad de proteger las plantas, tal como se muestra en la figura 8.

Figura 8.

Vista estructura y arquitectura del invernadero



2.3.2 *Instalación de un invernadero*

Se instaló un invernadero en una superficie de 124.80 m², utilizando como estructura a rollizos de eucalipto cubierto en su totalidad de plástico Agrofilm de 250 micras calibre 10.

Para su mayor apreciación ver la figura 9.

Figura 9.

Invernadero tipo capilla



2.3.3 *Materiales y costos para la construcción de un invernadero de 16x7.8m*

El costo para la construcción de un invernadero varía según las características, el diseño, las dimensiones, la ubicación, la calidad de los materiales, entre otras.

En la presente tesis se construyó un invernadero tipo capilla (a dos aguas) de 16m de largo x 7.80m de ancho. Los materiales y el costo se muestran en la siguiente tabla 6.

Tabla 6.*Materiales y costos const. inver. de (16.00mx7.80m)*

Materiales y costos para la construcción de un invernadero de (16.00m x 7.80m)				
Descripción	U.M.	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Sub Total
Cemento Portland IP 42.5 KG (zapatatas)	Und	14	30.50	427.00
Arena gruesa	m ³	1	70.00	70.00
Piedra chancada de 1/2"	m ³	1	70.00	70.00
Piedra mediana	m ³	0.5	70.00	35.00
Alambre de 16	Kg	5	7.00	35.00
Plástico Agrofilm de 250 micras de 6x50m	Rollo	1	1800.00	1800.00
Rollizo de eucalipto de 5.50 m (columna central)	Und	6	20.00	120.00
Rollizo de eucalipto de 4.00 m (columna lateral)	Und	12	15.00	180.00
Rollizo de eucalipto de 4.60 m (viga - pasadera)	Und	22	16.00	352.00
Rollizo de eucalipto 3.50 m (larguero - cumbrera)	Und	15	12.00	180.00
Clavo de 8"	Kg	10	8.50	85.00
Clavo de 4"	Kg	1	8.50	8.50
TOTAL				3362.50

2.4 Metodología de la investigación

En esta sección hemos realizado una revisión bibliográfica de artículos científicos, resúmenes, literatura en línea, etc., lo que ha permitido recopilar información para comprender mejor nuestro problema, ayudando así a comprender la realidad actual que está desarrollando la agricultura. y con ella realizar los análisis correspondientes para poder determinar la solución, que en este caso es el proyecto de riego hidropónico “NFT” utilizando biol como las hojas orgánicas.

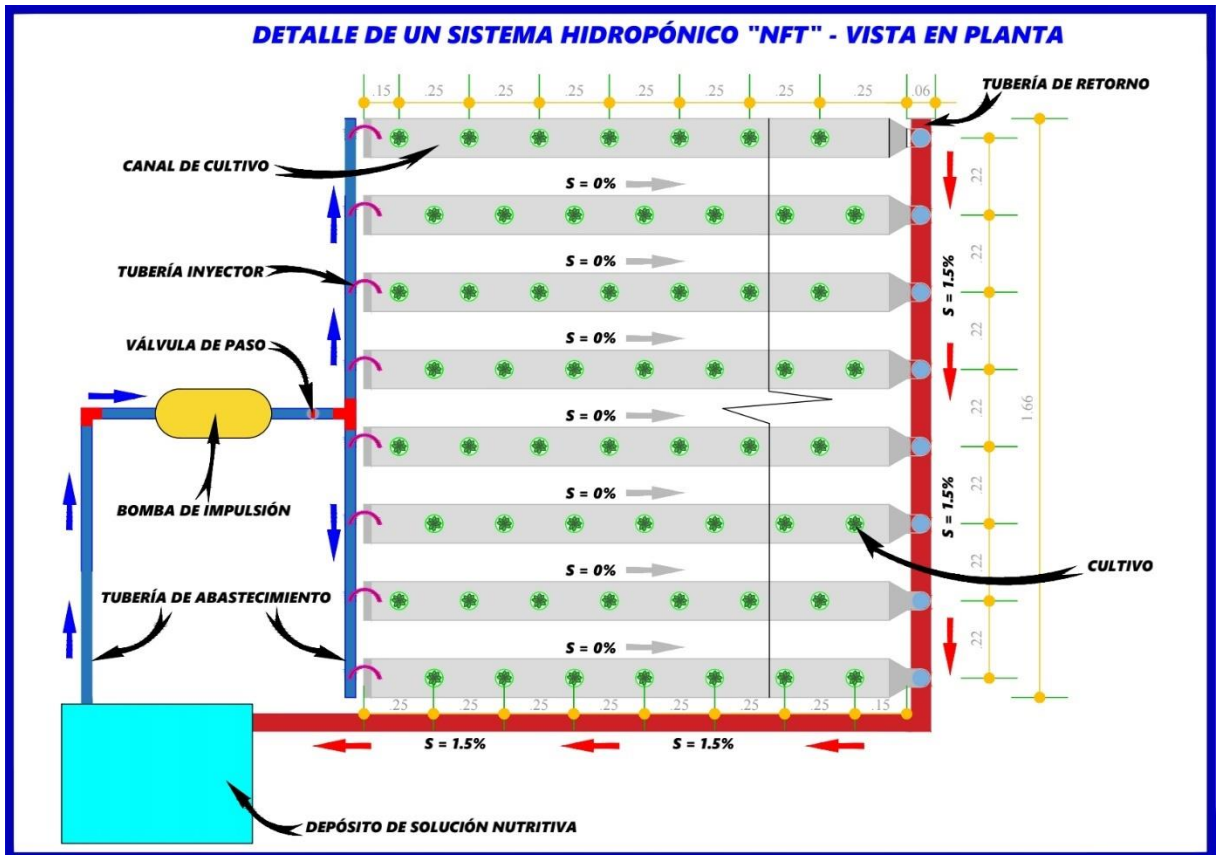
En este apartado ampliaremos el método utilizado en nuestro trabajo, así como las herramientas y materiales empleados.

2.4.1 Diseño de un sistema de riego hidropónico NFT

Se diseñó un sistema tipo “NFT” en paralelo, el cual se hizo utilizando el programa AutoCAD. Para su mejor entendimiento ver la figura 10.

Figura 10.

Plano del sistema hidropónico NFT – vista en planta



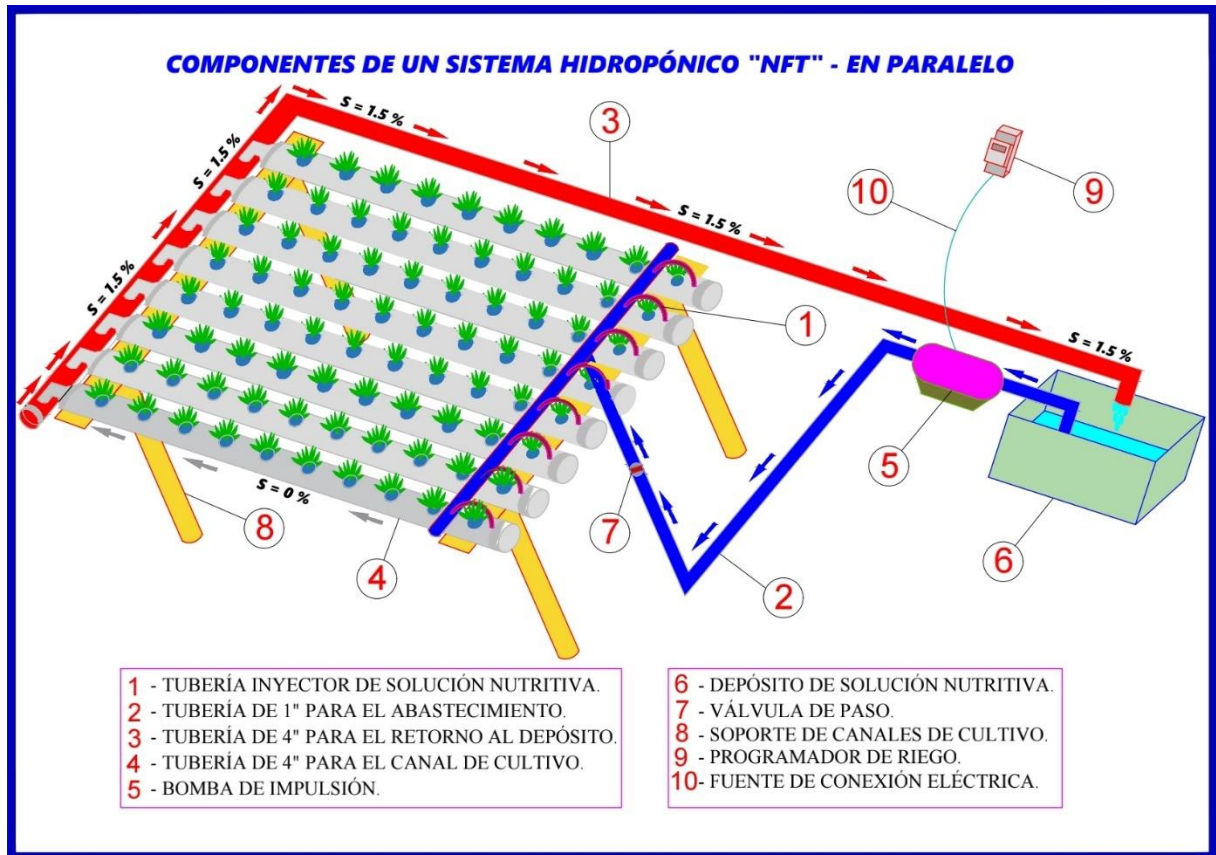
Componentes de un sistema NFT

También se diseñó el sistema NFT utilizando el software CAD en 3D, con la finalidad de representar y visualizar con mayor precisión los objetos mediante una colección de puntos en tres dimensiones en la computadora.

Para su mejor entendimiento y apreciación se muestra la figura 11.

Figura 11.

Componentes del sistema NFT en paralelo



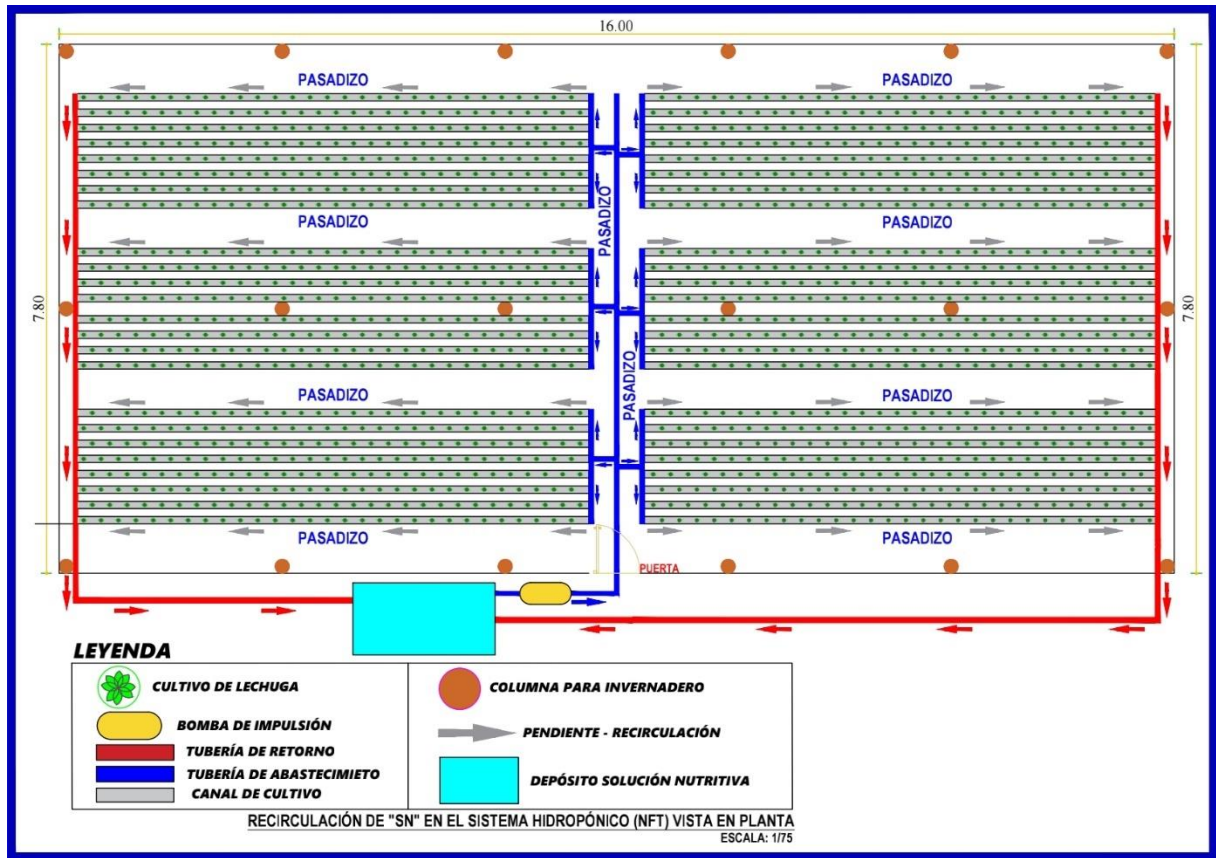
Esquema hidráulico

Primeramente, se realizó el diseño utilizando el software AutoCAD para así distribuir las mesas hidropónicas, y posterior a ello se hizo el cálculo hidráulico teniendo en cuenta el tipo de cultivo y el área cultivada.

La siguiente figura 12 nos muestra 6 mesas hidropónicas y en cada mesa hay 8 canales de cultivo.

Figura 12.

Esquema hidráulico



Nº de bancadas = 6.

Área cultivada = 124.80 m².

Largo del canal de cultivo = 7.40 m.

Ancho de cada bancada = 1.66 m.

Sub-área de riego por bancada = 12.28 m².

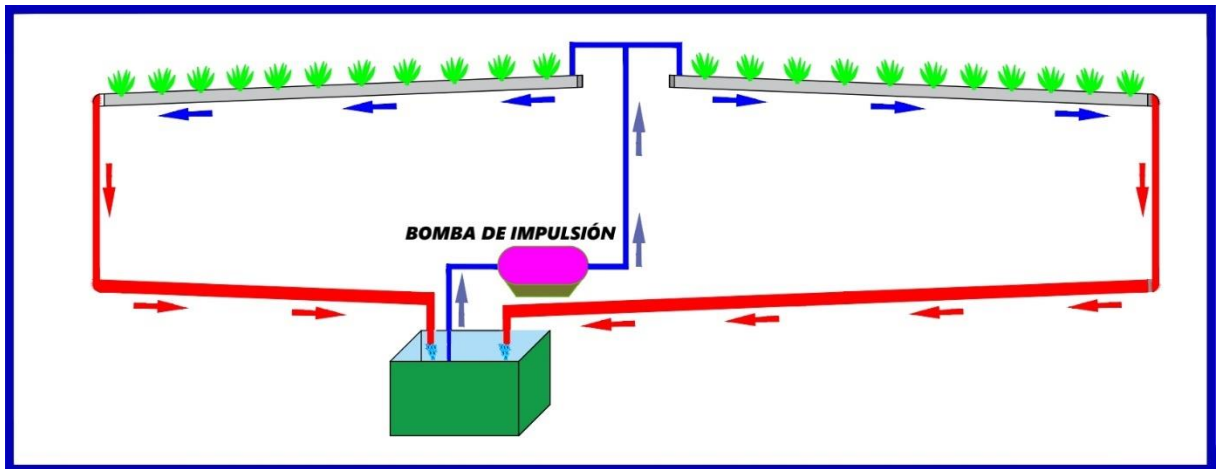
Nº de canales de cultivo por bancada = 8.

Esquema hidráulico vista en perfil

Se hizo un diseño de corte transversal con la finalidad de observar mejor el recorrido de la solución nutritiva, en la figura 13 se aprecia el sistema visto en perfil.

Figura 13.

Esquema hidráulico vista en perfil



Cálculo de los principales componentes del sistema NFT:

1) Cálculo de volumen (depósito de solución)

Para la determinación de volumen del depósito se tomó como base el volumen que consume cada plántula de lechuga en un día.

Consumo de agua al día: 0.3 L/planta.

Se tiene 6 mesas, cada mesa con 8 canales de cultivo, entonces:

$$6 \times 8 = 48 \text{ canales de cultivo.}$$

El N° de plantas en cada canal de cultivo fue de 29 plántulas, por tanto:

$$29 \times 48 = 1392 \text{ plantas.}$$

Se le aumenta un 25% de remanencia, esto con la finalidad de optimizar el manejo de la solución madre.

Con la siguiente formula se halló la capacidad del tanque colector:

Consumo aproximado por planta x número de plantas x 25% de remanencia del total.

$$0.3 \times 1392 \times 1.25 = 522 \text{ L.}$$

Del cálculo anterior tenemos como resultado que la solución madre en su totalidad está constituida por 522 L, cabe recalcar que por cada 10 L de agua se le añadió 1 L de biol, por lo que en cada campaña se utilizó aproximadamente 52 L de biol.

En la figura 14 se aprecia el depósito de solución madre.

Figura 14.

Depósito de solución nutritiva (biol+agua)



2) Cálculo hidráulico para el riego hidropónico NFT

Se cuenta con un depósito de 522 L. Para almacenamiento de la solución madre (aquí se realiza la mezcla de los diferentes nutrientes de manera manual) para posteriormente, por medio y ayuda de la bomba se haga circular la solución madre, la bomba está controlado por un temporizador que dará señal cada 20 minutos y realizar el riego por 5 minutos. Después de este tiempo la bomba se apaga.

a) Cálculo del gasto total del sistema

Según el diseño se tiene 48 canales de cultivo de 7.40 m de largo cada una con tubería PVC de 4" de diámetro. Para calcular el gasto, necesitamos primeramente calcular el volumen total, tomando en consideración lo siguiente:

Cada plántula tiene al día un consumo de 0.3 L. diarios, y tenemos por cada tubería 29 plántulas de donde deducimos que:

$$Vol. = \frac{0.3L}{1planta} \times 29 \text{ plantas} \times 48 \text{ tuberías}$$

$$Vol. = 417.60 \text{ L} = 0.4176 \text{ m}^3 = 417600 \text{ ml.}$$

El riego comienza desde las 6:00 am. a 20:00 pm. lo que establece que tenemos un total de 14 horas. Entonces:

14hrs. = 840min. = 50400seg.

Por tanto, aplicando la ecuación de gasto tenemos:

$$Gasto = Q = \frac{Vol.T.}{Tiempo} = \frac{0.4176 m^3}{50400 s}$$

$$Q = 8.286 \times 10^{-6} m^3/s$$

El gasto total será: $Q = 8.286 \times 10^{-6} m^3/s = 0.008286 L/s = 8.286 ml/s$.

b) Determinar el caudal que circula por cada tubería

Una vez calculado el gasto, tenemos que calcular el caudal que circula por cada tubería.

$$Q_{parcial} = \frac{Q_{total}}{N^{\circ}.tuberias}$$

$$Q_{parcial} = \frac{8.286 \times 10^{-6} m^3/s}{48}$$

$$Q_{parcial} = 1.726 \times 10^{-7} m^3/s = 0.0001726 L/s = 0.1726 ml/s.$$

Por lo tanto, el caudal por cada tubería es: 0.1726 ml/s.

Figura 15.

Canal de cultivo



c) Tuberías de distribución

Se asignó una tubería de 1".

Cálculo de las pérdidas primarias:

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Pero,

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$V = \frac{4(8.286 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (0.033 \text{ m})^2}$$

$$V = 0.00969 \text{ m/s} = 0.969 \text{ cm/s}$$

Entonces:

$$Re = \frac{0.00969 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.033 \text{ m}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$Re = 319.77$$

Número de Reynolds $< 10^5$:

$$\lambda = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$$

$$\lambda = \frac{0.316}{(319.77)^{0.25}}$$

$$\lambda = 0.075$$

Hallando la pérdida de carga:

$$H_{rp} = \lambda \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_{rp} = 0.075 * \frac{22}{0.033} * \frac{0.00969^2}{2 * 9.81}$$

$$H_{rp} = 0.000239 \text{ m} = 0.239 \text{ mm}$$

En la siguiente figura se aprecia una tubería de 1" de diámetro que se usó para la línea de distribución.

Figura 16.

Tubería de distribución



d) Accesorios

La cantidad de accesorios que se utilizaron son:

- 03 codos de 90 ° de $k=0.90$.
- 06 tees salida bilateral de $k=1.80$.
- 01 válvula de paso de $k=0.20$.

Pérdidas para codo de 90°:

$$Hrs = k \frac{V^2}{2g}$$

$$Hrs = 0.90 \frac{(0.00969 \text{ m/s})^2}{2 \times 9.81} \times 3$$

$$Hrs = 0.00001292 \text{ m} = 0.01292 \text{ mm.}$$

Pérdida de tee salida bilateral:

$$Hrs = k \frac{V^2}{2g}$$

$$Hrs = 1.80 \frac{(0.00969 \text{ m/s})^2}{2 \times 9.81} \times 6$$

$$Hrs = 0.00005168 \text{ m} = 0.05168 \text{ mm.}$$

Pérdida de válvula de paso:

$$Hrs = k \frac{V^2}{2g}$$

$$Hrs = 0.20 \frac{(0.00969 \text{ m/s})^2}{2 \times 9.81} \times 1$$

$$Hrs = 0.0000009571 \text{ m} = 0.0009571 \text{ mm.}$$

Total, de pérdidas secundarias: 0.01292 mm + 0.05168 mm + 0.0009571 mm.

$$Hr_{\text{total}} = 0.06556 \text{ mm}$$

El cálculo de la tubería de distribución se halló teniendo en cuenta el funcionamiento de tubería a presión con lo que se halló su vel. Máx. permisible.

e) Calcular potencia que tendrá el sistema.

Calculamos la carga dinámica total (CDT)

Hest = La pérdida por succión es cero, pues la instalación fue hecha horizontalmente.

Hed = La altura con respecto al eje de la bomba fue de 2.80 m.

$$H_{f1-f2} = H_{rp} \text{ totales} + H_{rs} \text{ totales}$$

Por lo tanto:

$$CDT = 2.80 + 0.000239 + 0.00006556 + \frac{(0.00969 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81}$$

$$CDT = 2.80 \text{ m} = 9.18 \text{ pies}$$

En seguida se calcula la potencia de la bomba:

$$\text{BHP} = \frac{\text{Galones por minuto} \times H \text{ en pies} \times Sg}{3960 \times \text{eficiencia de la bomba}}$$

Q en galones/min = 0.008286 L/s = 0.1313 Gln/min

H (CDT) = 8.53 pies

Sg (densidad del agua) = 1

Eficiencia = 0.60

$$\text{BHP} = \frac{0.1313 \times 8.53 \times 1}{3960 \times 0.60}$$

$$\text{BHP} = 0.0004714 \text{ HP}$$

La bomba se eligió de 1/2 HP de potencia que es requerida para poder bombear el agua hasta la parte más alta del sistema, en la figura 17 observamos la bomba utilizada en este proyecto.

Figura 17.

Bomba de impulsión de 1 HP



Instalación de la base para el sistema hidropónico NFT

Para el soporte de las mesas hidropónicas se utilizó rollizos de eucalipto de 0.06 a 0.08 m de diámetro complementado por una correa para así armar la estructura tipo arco para soportar todo el peso de las mesas hidropónicas.

Teniendo listo el soporte, se procedió a instalar los canales de cultivo, hechas a base de tuberías de 4" en el que se realizó hoyos de 44.50 mm de diámetro a una distancia de hoyo a hoyo de 25.00 cm. Posterior a ello se instaló la tubería de abastecimiento y la tubería de retorno de la solución nutritiva para su mejor entendimiento se muestra la siguiente figura 18.

Figura 18.

Instalación de la base para el sistema NFT



Instalación de tuberías colectoras

Para el cálculo de las tuberías colectoras fue necesario el uso del software HCanales con el cual se determinó su velocidad de flujo permisible y se utilizaron los siguientes datos:

$Q = 8.286 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} = 0.008286 \text{ L/s} = 8.286 \text{ ml/s}$, caudal total para el sistema.

$D = 2''$, diámetro asignado.

Pendiente = 1.5 %, asignado.

En la figura 19 se observa la tubería colectoras en funcionamiento.

Figura 19.

Tubería colectora en funcionamiento



Plantación de las semillas

La plantación de semillas se hizo en semilleros, este trabajo se realizó el día 1. En la figura 20 se aprecia las lechugas almacigadas.

Figura 20.

Lugar del almácigo



Trasplante de lechugas

Las plántulas se trasplantaron después de los 22 días de haber almacigado las semillas en bandejas germinadoras, después de tres semanas aproximadamente las plántulas fueron llevados a los canales de cultivo, en donde permanecerán aproximadamente de 45 a 50 días (hasta la cosecha).

Figura 21.

Trasplante de lechuga



Además, en la tabla 6 se observa las características de la tubería para línea de distribución.

Tabla 7.

Tubería seleccionada de la línea de distribución

Características técnicas de la tubería para agua fría NTP 399.003 / NTE 009							
Diámetro exterior		Longitud		Clase 10 SDR 21 145 PSI (10bar)		Clase 15 SDR 14.3215 PSI (15 bar)	
Nominal (pulg)	Real (mm)	Total (m)	Util (m)	Espesor (mm)	Peso (kg/tubo)	Espesor (mm)	Peso (kg/tubo)
1/2"	21.00	5.00	4.97	1.80	0.841	1.80	0.841
1	33.00	5.00	4.96	1.80	1.365	2.30	1.717
2	60.00	5.00	4.95	2.90	4.021	4.20	5.692
4	114.00	5.00	4.9	5.40	14.244	8.00	20.597

Fuente: PAVCO (2019). Ficha técnica.

El diámetro de la tubería para la distribución de la solución madre fue 1".

Además, en la siguiente tabla 7 se observa la ficha técnica.

Tabla 8.

Tubería seleccionada del canal de cultivo

Características técnicas de la tubería							
Diámetro exterior		Longitud		Clase liviana		Clase pesada	
Nominal (pulg)	Real (mm)	Total (metros)	Util (metros)	Espesor (mm)	Peso (kg x tubo)	Espesor (mm)	Peso (kg x tubo)
2	54.00	3.00	2.96	1.30	1.019	1.70	1.324
3	80.00	3.00	2.94	1.40	1.635	2.00	2.322
4	105.00	3.00	2.92	1.70	2.611	2.60	3.96
6	168.00	3.00	4.87	2.80	11.453	4.10	16.636

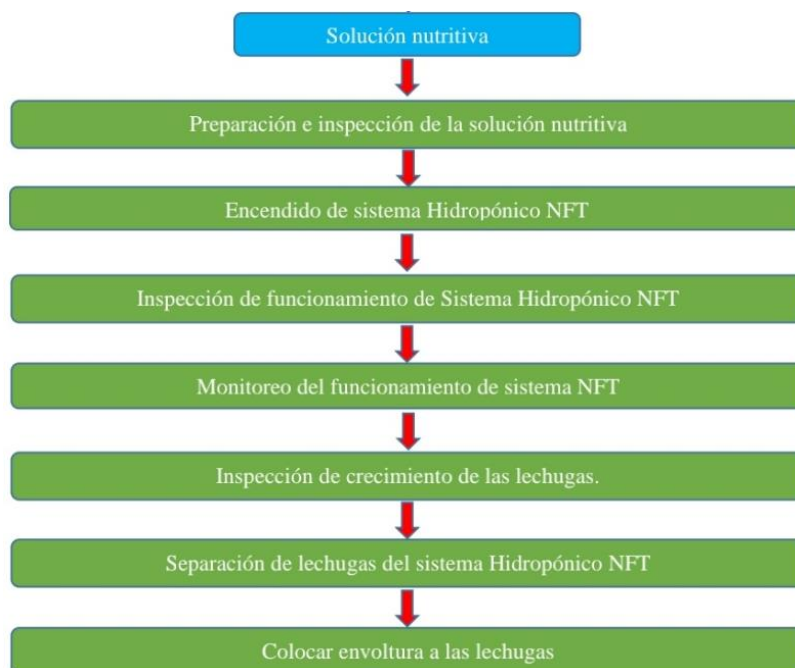
Fuente: PAVCO (2019). Ficha técnica.

Descripción de todo el proceso realizado en el presente trabajo

Para poder entender de manera más fácil todo el proceso que se realizó en el presente trabajo se aprecia en la siguiente figura 22.

Figura 22.

Secuencia de operaciones en el cultivo de lechugas en sistema "NFT"



El periodo de todo el proceso de cultivo de lechuga desde la germinación hasta la cosecha duró aproximadamente de 65 a 70 días.

2.4.2 *Proceso de elaboración de biol*

Materiales.

Para preparar el biol se utilizó los siguientes materiales:

- Bidón de caucho con capacidad para 200 L con una tapa segura.
- Manguera transparente de 1 m.
- Conector para manguera.
- Botella descartable (de 3 litros).

Insumos para elaborar el biol

En la siguiente tabla 9. Se muestra los ingredientes para la preparación de biol (foliar orgánico).

Tabla 9.

Ingrediente para el biol

Ingredientes	Unidad	Para preparar 200 L de biol	Para preparar 20 L de biol
Agua	L	150	15
Estiércol fresco de ganado vacuno	Kg	40	4
Leche (suero o chicha de jora)	L	2	0.5
Melaza	L	2	0.5
Chancaca	Kg	2	0.25
Hojas y tallos verdes picadas	Kg	2	0.5
Levadura	Gr.	200	25

Ingredientes para elaborar insecticida orgánico

Para que el biofertilizante funcione como preventivo de enfermedades o repelente de insectos, se muestra los ingredientes en la siguiente tabla 10.

Tabla 10.

Ingredientes para prevenir enfermedades

Ingrediente	¿Qué controla?
Ajenjo	Controla las babosas
Manzanilla	Hongos (manchas blancas en las hojas)
Yerba buena	Insecticida contra pulgones
Muña	Repelente de insectos
Ortiga	Activador de crecimiento de plantas

Pasos para la elaboración de biol

Paso N° 1: Selección del lugar a colocar

- Se eligió un lugar sin pendiente, seguro y fuera del alcance de los niños.
- Se colocó el bidón de 200 L.

Paso N° 2: Elaboración del Biol

- Se recogió el estiércol fresco.
- En el bidón de plástico de 200 L se colocó el estiércol fresco, Si es estiércol de vaca, llene el tanque hasta la mitad, si es estiércol de cerdo, pollo, oveja, cabra o una mezcla, se llena hasta la cuarta parte.
- Se agregó pasto verde picada (5%).
- Se le añadió agua dejando una altura de 20 cm entre el agua y el filo del tanque.
- Se le añadió 5 L de melaza.
- Se le añadió 5 L de suero de leche.
- Se le agregó 500 g. de levadura (diluida en agua)
- Se le agitó la mezcla con un palo de eucalipto.
- Se le hizo un agujero en el centro de la tapa del tanque y se procedió a instalar el conector de manguera sujetándolo con las arandelas de caucho para que no se escape el biogás ni penetre oxígeno. Luego se selló el tanque de manera hermética ajustando el cinturón de seguridad o enroscando bien la tapa, conduciendo la manguera hacia un recipiente o frasco con agua (trampa) que se colocó a un lado con el propósito de que escape el biogás evitando la entrada de aire al interior del biodigestor a fin de

mantener todo el tiempo las condiciones anaeróbicas de la mezcla, lo que posibilitará la síntesis de las fitohormonas.

- Se dejó fermentar el biofertilizante de acuerdo a la temperatura del lugar, el mismo que duró entre 45 a 60 días aproximadamente. Un indicador de que el producto ha terminado el proceso de fermentación fue cuando ya no existía formación de gas, que se pudo comprobar observando la salida de burbujas o aire de la manguera a la botella con agua.

En la figura 23 se aprecia los ingredientes para preparar el biol.

Figura 23.

Preparación de biol a base de estiércol fresco.



Paso N° 3: Cosecha del biol

Después de los 60 a 90 días, nuestro preparado tomó un olor a vinagre, este fue el indicador para la cosecha de nuestro preparado, posterior a ello se envasó en bidones con tapa segura, en la figura 24 vemos el biol listo para el envasado.

Figura 24.

Cosecha de biol



Paso N° 4: Proceso de filtrado

El biol obtenido para su uso se hizo filtro con la finalidad de obtener el biol para que en la hora de aplicación no se tapone las boquillas de las fumigadoras.

Paso N° 5: Almacenaje y conservación de biol

El biol estuvo listo para su extracción y su almacenaje dentro de los 60 a 90 días. Para su conservación se almacenó en tanques y bidones de plásticos de 20 a 60 L para facilitar su traslado al campo, los recipientes tienen que ser de preferencia oscuros para que la luz no le afecte. Una vez cosechado el biol, se caracteriza por presentar un color ámbar y un olor agradable de fermentación y se puede guardar hasta un año.

Paso N° 6: Verificación de la calidad de biol

Los parámetros muy usados para autenticar la calidad de los preparados a base de fermentación son las siguientes:

Olor.

No deben existir olor a podrido. Mientras más tiempo se deja la fermentación este presentara de mejor calidad cuando desprende un olor agradable a fermentación tipo alcohólica (olor a chicha) y se podrá guardar por más tiempo.

Color.

Al abrir el envase fermentador el biol puede presentar una o varias de las siguientes características: formación de una nata blanquecina en la superficie (mientras más añejo el biopreparado más blanca será la nata), contenido líquido de color ámbar brillante y translúcido y algún sedimento en el fondo.

Si la espuma que es visible en la superficie del biol tiende a adquirir un color azul verdoso oscuro, lo mejor es desechar el producto.

Paso N° 7: Dosis de biol

El biol se puede utilizar en cultivos de ciclo corto, anual, bianual o perennes, gramíneas, forrajes, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, para aplicación directa: a las hojas, a las semillas y/o a las raíces.

a. Dosis de biol a las hojas.

Las dosis biológicas sobre las hojas de las plantas no deben aplicarse en forma pura. El rango de dilución recomendado es de 12,50 a 50,00 %, según el tipo de cultivo y la edad. Consulte la Tabla 11 a continuación para saber cómo hacer la dilución.

Tabla 11.

Diluciones de biol para aplicar a las hojas

Solución (%)	Biol (L)	Agua (L)	Total (L)
12.50	2.50	17.50	20.00
25.00	5.00	15.00	20.00
50.00	10.00	10.00	20.00

Durante la parte crítica del cultivo, la solución biológica debe aplicarse a las hojas de 3 a 5 veces. Según la edad del cultivo y el uso de una chaqueta de ventilador de alta presión, debe ser hojas húmedas con 400-800 l/ha.

b. Dosis del biol al suelo.

El bioalcohol utilizado con el agua de riego no solo mejora la estructura del suelo, sino que también aumenta las hormonas vegetales, permite un mejor desarrollo de las raíces de los cultivos y mejora la actividad microbiana del suelo.

c. Dosis del biol a las semillas.

Dependiendo del tipo de cultivo, las semillas se sumergen en una solución foliar orgánica antes de la siembra, 10-20 % para semillas con cubierta ligera y 25-50 % para semillas con cubierta gruesa.

Dependiendo de la variedad de siembra, el tiempo de remojo es el siguiente:

- Verduras : de 2 a 6 hrs.
- Gramíneas: de 12 a 24 hrs. (capa delgada).
- Frutos : de 24 a 72 hrs. (capa gruesa).

d. Dosis de biol a las plántulas.

Después de acondicionar las raíces y parte de las hojas de cebollas, coles, tomates, árboles frutales u otras plantas trasplantadas, se recomienda sumergirlas en una solución de biofoliar al 12,5 % durante no más de 10 minutos. Luego drene la solución y envuelva las plántulas en un paño húmedo antes de trasplantarlas.

e. Dosis de biol en bulbos, raíces y tubérculos.

Cuando los agricultores deseen cultivar bulbos de cebolla, plantas ornamentales, raíces de arracacha (zanahoria blanca) o tubérculos de papa, acedera o masua, se procede a sumergirlos en cilindros de plástico o pozos de concreto que contengan biofoliar al 12,5% durante no más de 5 minutos. Una vez oreados se procede a su plantación.

Paso N° 8: Análisis químico de biol

Después de la cosecha de biol, se tomó una muestra de un litro para llevar a un laboratorio para hacer el análisis químico para determinar las concentraciones de Nitrógeno (N), Fósforo (P), K (Potasio) y los de más minerales que son muy importantes para las plantas.

En la tabla 12, apreciamos el resultado realizado sobre el análisis químico de biol hecha en un laboratorio.

Tabla 12.*Composición química de biol hecha en la presente investigación*

Parámetros	Contenido
pH	4.60
C.E. (1:1) mS/cm	8.83
Nitrógeno (Total)	0.387 mg/L
Fósforo (P2O5)	0.697 mg/L
Potasio (K2O)	179.6 mg/L
Calcio (CaO)	448.0 mg/L
Magnesio (MgO)	247.2 mg/L
Azufre (SO4)	376.1 mg/L
Sales Solubles Disueltas	5651.2 mg/L

2.4.3 *Costos de producción entre el cultivo tradicional e hidropónico*

1) **Costo de producción en cultivo tradicional**

Lo primero que se tiene que tener en cuenta es la cantidad de lechugas por campaña. La siguiente tabla 13, nos muestran los cálculos para entender el rendimiento de la lechuga en cultivo tradicional (por cosecha).

Tabla 13.*Producción de lechuga en siembra tradicional*

Producción de lechugas en siembra tradicional		
Cantidad de lechugas por (m ²)	Cantidad de terreno destinado al cultivo de lechuga (m ²)	Producción de lechugas por cosecha
7	124.80	873

De preguntas anteriores conocemos que la productividad de lechugas es de 7 unidades por m², esto se multiplicó por el total de área de 124.80 m². Al realizar la multiplicación por 4 cosechas al año, la producción anual es de 3492 plantas. Seguidamente se hallaron los cotos de

producción de lechuga. La tabla 14, muestra el costo por la mano de obra para la preparación del terreno.

Tabla 14.

Costos de mano de obra para la preparación de la tierra

Costos por mano de obra por campaña				
Proceso	Horas requeridas	Costo por hora	Veces requeridas	Costo total
Preparación de tierra	5	S/. 6.00	1	S/. 30.00
Total				S/. 30.00

La tabla anterior nos indica la cantidad de horas requeridas, si son 4 campañas al año entonces la multiplicación de estos dos resulta el costo total que es de S/. 120.00 soles al año.

La tabla 15, muestra los costos por mano de obra para el trasplante, deshierbo, fumigación, riego y cosecha.

Tabla 15.

Costos de mano de obra para el trasplante y la cosecha

Costos por mano de obra				
Proceso	Costo por trabajado	Trabajadores requeridos	Veces requeridas por cosecha	Costo total
Trasplante de lechugas	S/. 6.00	1	1	S/. 6.00
Deshierbado	S/. 5.00	1	3	S/. 15.00
Fumigación	S/. 6.00	1	3	S/. 18.00
Riego	S/. 4.00	1	6	S/. 24.00
Cosecha	S/. 10.00	1	1	S/. 10.00
Total				S/.73.00

La tabla anterior nos da a conocer el precio a pagar a los trabajadores por las labores que realizan, y por las horas que lo hacen el trabajo encomendado. También nos muestra la cantidad de trabajadores que se requiere para llevar a cabo cada proceso productivo. Por lo tanto: estos costos en las 4 campañas anuales tienen un total de S/. 292.00 al año. Otros gastos son los costos por abonos y fungicidas.

La tabla 16, muestra los costos por abonamiento con humus, foliares y fungicidas orgánicos.

Tabla 16.

Costos incurridos por abono, foliares y fungicidas orgánicos

Costos por abonos y fungicidas				
Proceso	Unidades requeridas	Costo por unidad	Veces requeridas por cosecha	Costo total
Abono orgánico (humus)	1 saco	S/. 6.00	1	S/. 6.00
Foliar en líquido (biol)	1 litros	S/. 4.00	3	S/. 12.00
Fungicidas orgánicos en líquido	1 litros	S/. 4.00	3	S/. 12.00
Total				S/.30.00

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, tomando en cuenta los procesos realizados a lo largo del proceso productivo, las unidades requeridas para cada tipo de producto utilizado, los costos unitarios y el tiempo requerido por año, se obtiene un total de S/. 120:00.

Finalmente, presentamos la Tabla 17, que resume todos los costos incurridos, tales como: costos de labranza y/o preparación del terreno, costos de mano de obra y costos de fertilizantes y fungicidas.

Tabla 17.

Resumen de los costos de producción en siembra tradicional

Resumen de costo de producción de lechuga en cultivo tradicional	Total
Costo por labranza de terreno	S/. 120.00
Costo por mano de obra	S/. 292.00
Costo por abono y fungicidas	S/. 120.00
Total	S/. 532.00

Como vimos en el cuadro anterior, la suma de los tres costos es de S/. 532.00 soles, el costo de mano de obra es mayor.

1.1) Ingreso por venta en cultivo tradicional:

Cálculo de la producción

Densidad de plantación de lechuga tradicionalmente = 7 plantas/m²

Rendimiento de lechuga en cultivos tradicionales = 0.300 kg/planta

Rendimiento de lechuga en cultivos tradicionales = 2.10 kg/m²

Área cultivada = 124.80 m²

$$\text{Producción(kg)} = 2.10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} 124.80 \text{m}^2$$

$$\text{Producción (kg)} = 262.08 \text{ kg}$$

Cosechas al año = 4:

$$\text{Producción al año (kg)} = 262.08 \text{ kg} \times 4$$

$$\text{Producción al año (kg)} = 1048.72 \text{ kg}$$

Se Considera una pérdida de un 3%:

$$\text{Pérdida (kg)} = 1048.72 \text{ kg} \times 0.03$$

$$\text{Pérdida (kg)} = 31.46 \text{ kg}$$

Producción anual (**Total**):

$$\text{Producción al año (kg)} = 1048.72 \text{ kg} - 31.46 \text{ kg}$$

$$\text{Producción al año (kg)} = 1017.26 \text{ kg}$$

Para el cálculo de ingreso en un año

Teniendo el costo fijo en chacra de S/. 0.80 x kg.

$$\text{Ingreso al año} = 1017.26 \text{ kg} \times 0.80 = \text{S}/.813.81$$

Cálculo de la Utilidad para el 1°er año:

Teniendo la información se procedió a estimar la utilidad para el 1°er año.

$$\text{Utilidad} = \text{Total de Ingreso} - \text{Inversión Total}$$

$$\text{Utilidad} = \text{S}/.813.81 - \text{S}/. 532.00 = \text{S}/. 281.81$$

Entonces se tiene una utilidad de S/. 281.81 esta utilidad es constante en cada año de producción de cultivo en sistema tradicional pues el trabajo en el terreno se hace en cada cosecha.

2) Costo de producción en un cultivo hidropónico “NFT”

Para poder hallar los costos de producción en el cultivo “NFT” primeramente, se calculó la productividad en dimensiones de terreno de 16 m de largo por 7.80 m de ancho.

En la tabla siguiente apreciamos la productividad en “NFT”.

Tabla 18.

Producción de lechuga en el sistema “NFT”

Productividad de lechugas en un cultivo de sistema NFT		
Espacio Requerido (m ²)	Producción de lechugas por m ²	Producción total x campaña
73.30	19	1392

La tabla anterior nos muestra la productividad lograda con sistemas hidropónicos NFT. Para ello el invernadero tiene un área total de 124.80 m², restando el área de los pasillos el espacio requerido exclusivamente para la instalación de los canales de cultivo fue de 73.30 m². En la tabla 19, se detallan los materiales y costos para la construcción del sistema “NFT”.

Tabla 19.

Costo según material para la instalación de un sistema “NFT”

Material con su respectivo costo para la instalación de un sistema hidropónico “NFT”				
Descripción	U.M.	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Tubería PVC sanitario $\varnothing = 4"$ de 3m	Und	122	28.50	3477.00
Tubería PVC sanitario $\varnothing = 2"$ de 3m	Und	15	25.00	375.00
Tubería PVC $\varnothing = 1"$ de 5m	Und	5	22.00	110.00
Tubería PVC $\varnothing = 1/2"$ de 5m	Und	7	22.00	154.00
Tanque de polietileno para depósito de SN de 1200 L	Und	1	650.00	650.00
Cono de plástico, para el trasplante de cultivos	Und	1500	0.20	300.00
Bomba de impulsión de 1 HP	Und	1	280.00	280.00
Codo PVC 90° de $\varnothing = 1/2"$	Und	8	2.50	20.00
Codo PVC 90° de $\varnothing = 1"$	Und	4	3.00	12.00
Codo PVC 90° de $\varnothing = 2"$	Und	55	3.50	192.50
Reducción PVC de $\varnothing = 4"$ a 2"	Und	50	4.20	210.00
Tapa sanitaria de $\varnothing = 4"$ (PVC)	Und	50	2.50	125.00
Microtubo de 5mm	m	20	2.00	40.00
Válvula de paso de 1"	Und	1	8.00	8.00
Tee de (PVC) reducción de 1" @ 1/2"	Und	6	7.00	42.00
Tee de (PVC) de 1/2" (Salida Bilateral)	Und	6	5.00	30.00
Tapón de 1/2" (PVC)	Und	12	2.00	24.00

Tapón de $\varnothing = 1$ " PVC	Und	2	2.50	5.00
Cemento Portland IP 42.5 KG (base de la estructura)	Und	2	30.50	61.00
Arena gruesa	m ³	0.5	70.00	35.00
Piedra chancada de $\varnothing = 1/2$ "	m ³	0.5	70.00	35.00
Pegamentos para (PVC) de 1/4 gln	Und	1	32.50	32.50
Cinta Teflón 3/4" x 10 yds	Und	6	2.30	13.80
Lija de Metal N°100	Und	5	4.00	20.00
Rollizo de eucalipto de L = 1.70m y $\varnothing = 6 @ 8$ cm	Und	200	1.00	200.00
Alambre de 16	Kg	10	7.00	70.00
Programador Timer	Und	1	45.00	45.00
Perforadora eléctrica para tubería PVC	Und	1	120.00	120.00
Cable uso rudo 2X14	m	120	1.80	216.00
Soquet	Und	3	2.50	7.50
Toma corriente	Und	1	8.00	8.00
Interruptor	Und	3	2.50	7.50
Tablero eléctrico 110 VCA.	Und	1	45.00	45.00
Clavo de 4"	Kg	8	8.50	68.00
TOTAL				7038.80

La tabla anterior nos muestra la descripción de los materiales, la unidad de medida, la cantidad a usar, el costo por unidad y el costo total. Hallando los cálculos matemáticos el costo total de la instalación de hidroponía fue de S/. 7,80. Con este presupuesto se puede cultivar un total de 1392 plantas de lechuga por cosecha, y considerando que el sistema hidropónico tarda 45 días en cosechar, con 6 cosechas consecutivas al año, la producción anual será de 8.352 lechugas, superando así la producción anual de cultivos convencionales.

La Tabla 20 muestra el costo de la instrumentación para la implementación del sistema NFT.

Tabla 20.

Costo de bandejas germinadoras

Costo de bandejas para la germinación de semillas				
Nombre - instrumento	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Bandeja de germinación	De plástico	10 Und.	S/. 18.00	S/. 180.00
Total				S/. 180.00

El almácigo se hizo en bandejas germinadoras, hasta que obtengan un tamaño apropiado para que se puedan hacer un trasplante adecuado, estas bandejas germinadoras generan un costo de S/. 180.00.

En la tabla 21, se plasma los costos en insumos para la siembra de semillas en el sistema NFT.

Tabla 21.

Costos en insumos para el sistema "NFT"

Costos en insumos para la siembra de lechugas				
Instrumento	Descripción	Cantidad	C. Uni.	Costo total
Semillas	Lactuca Sativa	1 kg.	S/. 18.00	S/. 18.00
Sustrato	Sustrato para almacigar	1 saco	S/. 5.00	S/. 5.00
Solución Nutritiva (SN)	Foliar orgánico (biol)	52 lts	S/. 1.00	S/. 52.00
Total				S/. 75.00

El costo de los insumos que se necesitan para el almácigo es de 450.00 soles en las 6 cosechas anuales.

Finalmente, presentamos la tabla 22, que resume los costos incurridos como: costos de materiales, costos de herramientas y costos en insumos.

Tabla 22.

Resumen de costo de producción de lechugas en "NFT" (en 1ºer año)

Costo de producción anual de lechuga	Total
Costo de materiales	S/. 7,038.80
Costo en instrumentos	S/. 180.00
Costo en insumos	S/. 450.00
Total	S/. 7,668.80

Como se aprecia en la tabla anterior, la suma del costo de materiales, instrumentos e insumos resulta S/. 9,416.80, siendo el costo más alto en los materiales, ya que los canales de cultivo están hechos de tuberías de 4", y este material es el que eleva más el costo total.

2.1) Ingresos por ventas en sistema hidropónico NFT:

Cálculo de la productividad esperada

Densidad de plantación de las lechugas en hidroponía = 19 plantas/m².

Rendimiento de lechuga en cultivos hidropónicos = 0.380 kg/planta

Rendimiento de lechuga en cultivos hidropónicos = 7.22 kg/m².

Área cultivada = 124.80 m².

$$\text{Producción(kg)} = 7.22 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} 124.80 \text{m}^2$$

$$\text{Producción (kg)} = 829.92 \text{ kg}$$

Nº de cosechas en un año = 6:

$$\text{Producción al año (kg)} = 901.06 \text{ kg} \times 6$$

$$\text{Producción al año (kg)} = 5406.36 \text{ kg}$$

Se recomienda considerar una pérdida del 3%:

$$\text{Pérdidas (kg)} = 5406.36 \text{ kg} \times 0.03$$

$$\text{Pérdidas (kg)} = 162.19 \text{ kg}$$

Producción al año:

$$\text{Producción al año (kg)} = 5406.36 \text{ kg} - 162.19 \text{ kg}$$

$$\text{Producción al año (kg)} = 5244.17 \text{ kg}$$

Estimación de ingreso esperada

Teniendo el costo fijo en el lugar de producción de S/. 1.50 x kg.

$$\text{Ingreso al año} = 5244.17 \text{ kg} \cdot \text{S}/. 1.50/\text{kg}.$$

$$\text{Ingreso al año} = \text{S}/. 7,866.25$$

Cálculo de utilidad para el 1ºer año:

$$\text{Utilidad} = (\text{Ingreso Total}) - (\text{Costo Total de Inversión})$$

$$\text{Utilidad} = \text{S}/. 7,866.25 - \text{S}/. 7,668.80$$

$$\text{Utilidad} = \text{S}/. 197.45$$

Por lo tanto; se estima una utilidad de S/. 197.45 en el 1ºer año de funcionamiento del sistema “NFT” instalado bajo un invernadero.

Costos de operación y mantenimiento del sistema “NFT”:

Mano de obra

En lo que respecta en la mano de obra, se necesita de un personal para que pueda revisar el cultivo cada cierto tiempo, midiendo el contenido del pH de las soluciones, mezclar los foliares orgánico y monitorear el adecuado crecimiento del cultivo. Se considera que se necesita de unos 20 minutos diarios para la inspección requerida del sistema lo que da un total de 120.00 hrs. Al año de mano de obra, teniendo en consideración un costo de 8 soles la hora hombre (HH), nos resulta un total de S/.960.00.

Fluido eléctrico

Para la presente tesis se usó una bomba de 1HP para poder regar todo el circuito mediante la recirculación de la solución nutritiva, por lo que se tiene un consumo eléctrico de 0.685 kWh diario, por lo tanto: como se sabe que la bomba tiene que trabajar cada 20 minutos durante un periodo de 5 minutos, esto nos resulta 3.5 hrs/día, por ende, el gasto en fluido eléctrico será de 2.3975 kW diariamente.

Como sabemos, que la cosecha se realiza 6 veces al año, (6 campañas por año), por lo tanto: en los 365 días nos resulta 875.0875 kW de consumo energético y el costo por kWh es de S/.0.9754 (variable), por ende, el costo nos resulta:

$$0.9754 * 875.0875 = S/.853.56$$

De lo anterior se deduce que el gasto en energía eléctrica en un año es de S/.853.56

Utilidad desde el 2°do año en adelante:

Mano de obra: S/.960.00

Fluido eléctrico: S/.853.56

Insumos de producción: S/450.00

Total, costo de operación y mantenimiento = S/.2,263.56

Con este resultado, ya es posible estimar la utilidad a partir del 2°do año en adelante:

2do año:

Utilidad = (Ingreso Total) – (Costo Operacional)

Utilidad = S/. 7,866.25 - S/. 2,263.56

Utilidad = S/.5,602.69

3er año:

$$\text{Utilidad} = (\text{Ingreso Total}) - (\text{Costo Operacional})$$

$$\text{Utilidad} = S/. 7,866.25 - S/. 2,263.56$$

$$\text{Utilidad} = S/. 5,602.69$$

Analizando los resultados de los costos, en el proceso productivo de las lechugas hidropónicas, podemos afirmar que en el primer año de producción se recupera la inversión del costo inicial alto que demanda la construcción del sistema hidropónico “NFT”, además es posible afirmar que, a partir del 2do año de producción en adelante, ya se observan las utilidades que brinda este sistema.

Eficiencia en el uso del recurso hídrico

Producción de lechugas en un año en el sistema “NFT”:

$$\text{Producción al año (kg)} = 4830.14$$

Agua utilizada al año:

$$\text{Agua utilizada (m}^3\text{)} = 1392 \text{ plántulas} \times 0.0003 \times 365 \text{ días}$$

$$\text{Agua utilizada (m}^3\text{)} = 152.424$$

Eficiencia en el del recurso hídrico

$$\text{Ef agua} = \frac{4830.14 \text{ kg}}{152.424 \text{ m}^3}$$

$$\text{Ef agua} = 31.69 \text{ kg/m}^3$$

Del resultado anterior se interpreta que para producir 1 kg de lechuga se necesita 0.03156 m³ o 31.56 L.

CAPÍTULO III

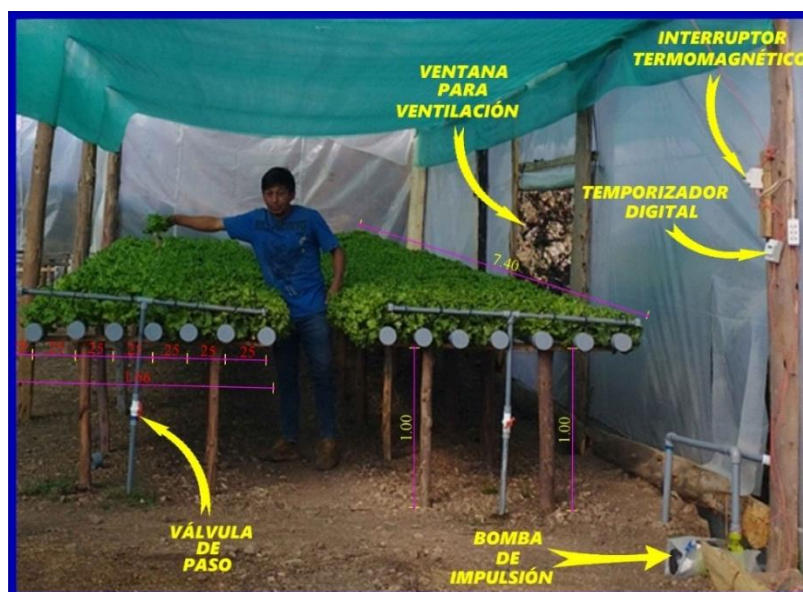
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultado sobre el diseño de riego hidropónico con el uso de biol

Se construyeron las mesas hidropónicas de 7.40 m de largo por 1.66 m de ancho, a una altura de 1.00 m sobre el suelo, en total se construyeron 6 mesas y por cada mesa hay 8 canales de cultivo de 7.40 m de longitud, hechas a base de tuberías de 4" en el cual se realizó aberturas circulares de 45 mm de diámetro a cada 25 cm de distancia uno del otro, por lo que cada canal de cultivo tiene la capacidad de albergar 29 plántulas, la distancia entre canales de cultivo fue de 0.22 m. Por tanto, cada mesa contendrá 232 plántulas de lechugas. Para el sistema de la red de distribución de riego, se usó tubería PVC de 1" extendiéndose desde el depósito de solución hasta los canales de cultivo; impulsado por una bomba de agua de 1 HP de potencia.

Figura 25.

Sistema hidropónico NFT en funcionamiento



Canales de cultivo

Para el diseño de riego en la presente tesis se trabajó con tuberías de PVC de 4" clase liviana, debido a que según los criterios que se debe cumplir para el diseño en hidroponía "NFT". La profundidad del lecho debe ser de 2 a 5 cm para así permitir el buen desarrollo de las plantas y su funcionamiento es similar al de un canal, por lo cual se procesó hidráulicamente utilizando el programa Hcanales, por ende; se obtuvo los resultados tal como se observa en la figura 26.

Figura 26.

Resultados del canal de cultivo

Lugar:		C.P. ALLPACHACA		Proyecto:		SISTEMA HIDROPÓNICO	
Tramo:		CANAL DE CULTIVO		Revestimiento:		PVC	
Datos:							
Caudal (Q):	1.00233352	m3/s					
Diámetro (d):	0.105	m					
Rugosidad (n):	0.009						
Pendiente (S):	0.015	m/m					
Resultados:							
Tirante normal (y):	0.0338	m	Perímetro mojado (p):	0.1267	m		
Área hidráulica (A):	0.0024	m2	Radio hidráulico (R):	0.0190	m		
Espejo de agua (T):	0.0981	m	Velocidad (v):	0.9692	m/s		
Número de Froude (F):	1.9752		Energía específica (E):	0.0817	m-Kg/Kg		
Tipo de flujo:	Supercrítico						

Según los resultados que se obtuvo, se cumple con los parámetros adecuados, pues se tiene una $V = 0.969$ m/s y este resultado se encuentra dentro del rango permitido con una pendiente adecuada para que la solución nutritiva circule sin dificultad dentro del tubo.

Tanque colector

Del cálculo realizado tenemos como resultado que la solución nutritiva en su totalidad está constituida por 522 L, cabe recalcar que por cada 10 L de agua se le añadió 1 L de biol, por lo que en cada campaña se utilizó aproximadamente 52 L de Biol.

El depósito de solución madre se hizo en un pozo forrado con plásticos de doble resistencia, debido a la mezcla del agua con los nutrientes orgánicos y que tendrá una capacidad de

almacenaje mayor a 522 L, así mismo el volumen de agua que deberá circular por cada canal de cultivo es de 1.90 L.

Bomba de impulsión

De los resultados obtenidos, se puede ver que no hay necesidad de una bomba de alta potencia ya que necesitamos un flujo de fluido constante y a baja velocidad, por lo que se adopta una bomba de 1 HP.

Microtubos para inyectar el riego

En los sistemas hidropónicos, uno de los criterios de diseño seleccionados fue mantener una altura de agua de 5 mm, ya que esto facilita la aireación y oxigenación del cultivo.

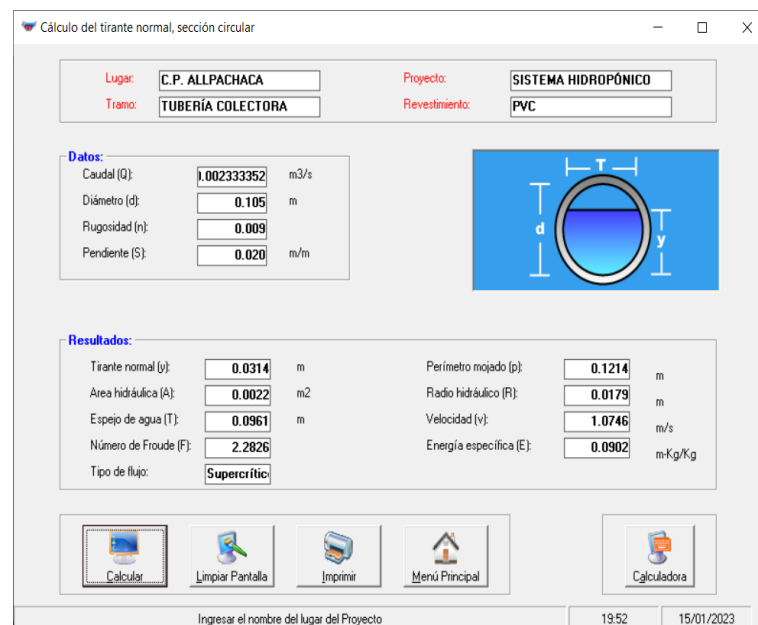
En el presente trabajo se utilizó microtubos de polietileno de 5 mm según la norma.

Tubería colectora

La tubería colectora cumple la función de recolectar la solución nutritiva y llevarla hacia el depósito. Para determinar el diámetro se usó el software HCanales con lo cual se halló su velocidad de flujo máxima permisible, en la siguiente figura 27 se muestra el resultado.

Figura 27.

Resultados de la tubería colectora



Entonces, en base a los resultados obtenidos, existen suficientes parámetros como $V = 1.0746$ m/s que está dentro del rango permitido y con suficiente pendiente para que el líquido caiga por la tubería.

3.2 Biol Resultados sobre la elaboración de biol

A los 60 días de su preparación, se obtuvo el biol. La siguiente figura 28, nos muestra el resultado de la obtención del foliar orgánico más conocido como biol.

Figura 28.

Foliar orgánico (biol) cosechado y envasado



Análisis de la composición química de Biol

Tabla 23.

Análisis sobre la composición química de biol

Nutrientes	Resultado	Nutrientes	Resultado	Nutrientes	Resultado
Nitrógeno (mg/L)	0.387	Nitrógeno (%)	0.12	Nitrógeno (%)	0.32
Fósforo (mg/L)	0.697	Fósforo (Ppm)	8.6	Fósforo (%)	1.12
Potasio (mg/L)	179.6	Potasio (Ppm)	112	Potasio (%)	0.39
Calcio (mg/L)	448.0	Calcio (%)	0.51	Calcio (%)	0.57
Magnesio (mg/L)	247.2	Magnesio (%)	1.17	Magnesio (%)	0.13
Azufre (mg/L)	376.1	Boro (Ppm)	0.12	Zinc (%)	0.21
PH	4.60	PH	3.59	PH	3.59

Fuente: Biol de la presente investigación.

Fuente: Biol supermagro, Aliaga, (2017).

Fuente: Díaz, (2017).

Los resultados de biol realizado por Díaz (2017) comparado con los resultados de “Biol Super Magro” citado por Aliaga (2014), resulta que lo realizado por Díaz son mínimamente superior, esto es debido a que el tiempo de fermentación fue mayor a los (60 días), pero los insumos utilizados en la investigación fueron los mismos.

3.3 Resultados costos de producción entre sistema tradicional y sistema NFT

Cultivo tradicional

En el sistema de cultivo tradicional, más conocido como cultivo en chacra, como resultado en la producción anual fue de 1017.26 Kg, por lo tanto, el ingreso anual fue de S/. 813.81 y la utilidad para el primer año fue de S/. 281.81, esta utilidad es constante en cada año pues el trabajo en el terreno se hace en cada campaña.

Cultivo en sistema “NFT”

Más conocido como cultivo en película de nutrientes, como resultado en la producción anual fue de 5244.17 Kg, por lo tanto, el ingreso anual fue de S/. 7,866.25 y la utilidad para el primer año fue de S/. 197.45.

Como se ve, en el 1er año de funcionamiento del sistema se recuperan los altos costos iniciales de inversión que requiere el sistema NFT, y a partir del 2do año en adelante la rentabilidad es superior a la producción tradicional.

Con respecto a la eficiencia en el uso del recurso hídrico fue de 31.69 kg/m³. Esto significa que para poder producir 1 kg de lechuga se requiere 0.03156 m³ o 31.56 L.

Indicadores de VAN, TIR y R b/c en el cultivo de lechuga en sistema hidropónico NFT

En la siguiente tabla 24, se muestra los resultados de los indicadores, de la dicha tabla sacamos la conclusión de que el proyecto es muy rentable.

Tabla 24.

Indicadores de VAN, TIR y Rb/c del proyecto

Indicadores en la producción de lechuga en sistema hidropónico NFT				
Año	Ingresos	Egresos	Tasa descuento (K)	Flujo - Efectivo
0	S/ 0	S/ 7,668.80		-S/ 7,668.80
1	S/ 7,866.25	S/ 2,263.56		S/ 5,602.69
2	S/ 7,866.25	S/ 2,263.56		S/ 5,602.69
3	S/ 7,866.25	S/ 2,263.56	0.05	S/ 5,602.69
VP (Ingresos)	S/ 21,421.75			
VP (Egresos)	S/ 13,833.04			
R b/c	1.55			
VAN	S/ 7,588.71			
TIR	52%			

DISCUSIÓN

1. Se realizó el diseño de riego hidropónico en el sistema “NFT” con la finalidad de innovar, tecnificar y probar la eficiencia del uso del agua en comparación con los métodos de cultivo tradicionales, por lo tanto, para garantizar que el sistema funcione bien. Los cálculos se realizan según el programa Hcanales.

La eficiencia hídrica de este sistema es uno de los parámetros de investigación, ya que por este resultado se determina si es más eficiente comparado con los sistemas de riego tradicional utilizados actualmente en la comunidad de Allpachaca. Desde el punto de vista del cultivo sin suelo, podemos concluir que el sistema hidropónico “NFT” es más eficiente porque no hay pérdida de agua por filtración o escurrimiento porque estos dos factores pueden mostrar la pérdida que ocurre cuando el cultivo se planta en el suelo.

En el diseño en la investigación realizado por (Alveal & Campos, 2014), solo se consideró los requerimientos desde el punto de vista agronómico, debido a este caso se usó tuberías sin ningún tipo de diseño, por lo tanto; durante la construcción no puede funcionar correctamente o se puede exceder la cantidad de recursos utilizados por la ausencia de cálculos hidráulicos por lo que es necesario tener en cuenta ambos aspectos, tanto superficial como de ingeniería e hidráulicos, para llegar a un diseño adecuado, como se muestra en este tesis.

Bautista (2009), desarrolló un diseño, en la cual solo consideró el cálculo hidráulico solo de algunos componentes, sin tomar en cuenta el tanque de recolección y los tubos de recolección. Los dos componentes anteriormente mencionados se encuentran entre los cinco componentes primordiales que conforman todo el sistema hidropónico “NFT”, por lo que, si no se incluyen, puede provocar un mal funcionamiento del sistema o sobrecargar estos dos componentes, lo que aumenta el costo de inversión inicial.

En la presente investigación para hallar la eficiencia en el uso del agua se tomó un rendimiento de 6.65 kg/m^2 para el cultivo de lechuga, por lo que, en términos de uso del agua, la eficiencia del agua es de $31,69 \text{ kg/m}^3$. cantidad de agua utilizada, esto significa que se necesitan 0.03156 m^3 o 31.56 L para producir 1 kg de lechuga en hidroponía y en comparación con otros autores que utilizan sistemas de riego tradicionales, Martínez (2017) encontró que los sistemas hidropónicos son más eficientes. desde el punto de vista del consumo de agua, ya que con la cantidad de agua desperdiciada se puede producir hasta 3 kg más de producto, esto traerá más ingresos a las personas y optimizará el uso del agua.

2. Díaz (2017), realizó un análisis químico de biol en la que obtuvo un resultado ligeramente inferior en comparación con los resultados de análisis de la presente investigación, esto es debido a que el tiempo de fermentación realizado por Díaz fue menor a 60 días, mientras que en el presente proyecto la cosecha de biol fue pasando los 60 días, cabe mencionar que los ingredientes utilizados en ambas investigaciones fueron los mismos.
3. Finalmente, los costos de producción en el primer periodo de cosecha en el sistema NFT realizado por (Huanaco & Rosas, 2020) fue de S/. 3,012.05 mientras en el presente trabajo de investigación el costo de producción en el mismo sistema fue de S/. 7,668.80 la diferencia del costo de producción se debe a que en la construcción del sistema NFT en el primer caso se utilizaron menor área y menor cantidad de tuberías para canal de cultivo, mientras en el actual trabajo se utilizó 122 tuberías de 4" en un área de 124.80 m², además se concluye que la utilidad neta en sistema NFT es mucho mayor que el cultivo tradicional.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó un sistema de riego hidropónico NFT utilizando el programa civil 3D, posterior a ello se construyó la estructura del sistema NFT dentro de un invernadero tipo capilla en un área de 124.80 m² con un costo de S/. 7,668.80 para así tecnificar, automatizar y mejorar la producción de lechugas de las familias que se dedican a este rubro. Además, se realizó los cálculos hidráulicos con la ayuda del programa HCanales, por lo tanto; el diseño del presente proyecto nos permite optimizar de una forma adecuada la eficiencia del agua en la localidad de Allpachaca.
2. Se elaboró el biol como un foliar orgánico y se utilizó en el presente trabajo de investigación para la mejora de la producción de lechuga en el sistema NFT; la preparación de la solución nutritiva se realizó de la siguiente manera: por cada 10 litros de agua se le añadió un litro de biol, por ende para el presente proyecto se requirió de 470 litros de agua y 52 litros de biol dando un total de 522 litros de solución nutritiva mezclados en un pozo y desde allí con el uso de una bomba se inyectó hacia los canales de cultivo a cada 20 minutos por un periodo de 5 minutos. Con este proyecto se reforzó el uso como alternativa ecológica en la actividad agropecuaria.
3. Se llegó a comparar los costos de producción entre el sistema de cultivo tradicional y el sistema hidropónico NFT, en la que se concluye que la inversión inicial es elevada en el sistema NFT, sin embargo, esta se recupera desde la segunda campaña y la utilidad se triplica.

RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda crear invernaderos e implementar los cultivos hidropónicos en las comunidades altoandinas.
- 2.** Se debe realizar charlas periódicas sobre el manejo y el uso eficiente del agua.
- 3.** Se recomienda a toda la población en general, tomar conciencia en el cuidado del recurso hídrico.
- 4.** La recomendación para los pequeños agricultores, que valoren los abonos y foliares orgánicos para así producir cultivos saludables.
- 5.** Se recomienda a toda la masa estudiantil a realizar más trabajos e investigaciones relacionadas a la preservación y el cuidado del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alveal, M., & Campos, K. (2014). *Estudio comparativo de sistemas de riego hidropónico y por goteo* [Tesis de pre-grado, Universidad del Bío-Bío]. Repositorio Institucional. http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/797/1/Alveal_Concha_Mi
- Caldeyro, M. (2003), «*La huerta hidropónica familiar, como estrategia de seguridad alimentaria y nutricional, para la población urbana de escasos recursos. Un estudio de caso en el Uruguay,*» Practical Hydroponics and Greenhouses.
- Díaz, L. (2017) *Plasencia “elaboración de abono orgánico (Biol) para su utilización en la producción de alfalfa (Medicago Sativa V. Vicus) en Cajamarca”*
- Escobal, J. (2015) *Agricultura peruana: nuevas miradas desde el Censo Agropecuario*, Lima: Impresiones y Ediciones Arteta E.I.R.L.
- Herrera, L. (1999) «*Manejo de la Solución Nutritiva en la producción de tomate en hidroponía,*»
- Pertierra, R. (2019) «*Inversión en sistemas hidropónicos: análisis comparativo de materiales, escalas y sistemas.,*» Revista Científica y Tecnológica UPSE.
- Rodríguez, R. (2016) «*Rendimiento y calidad de tomate en sistemas hidropónicos,*» revista Mexicana de Ciencias Agrícolas
- Sánchez, A. (2013) *Automatización y control de un sistema NFT para cultivos Hidropónicos*, Universidad Ricardo Palma.
- PESEM - MINAGRI, (2015) *Sectorial de Planeamiento Estratégico del Sector Agricultura y Riego*, <https://www.minagri.gob.pe>.
- Beltrano, J. (2015) *Cultivo en Hidroponía*, La Plata: Universidad de La Plata.
- Pastor, N. (1999) «*Utilización de sustratos en viveros,*» Terra Latinoamericana, vol. XVII.
- Ambiental, A. (2011). *Día Mundial del Agua: Tacna sufre escasez por efectos del cambio climático*. Obtenido de <https://www.actualidadambiental.pe/diamundial-del-agua-tacna-sufre-escasez-por-efectos-del-cambioclimatico>.
- Rivera, L. (2018). *La agencia de los pozos subterráneos y la geografía histórica del distrito La Yarada-Los Palos, Tacna* [Tesis de pre-grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12327>

- FONCODES, (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*. Lima, Perú.
- Bautista, R. (2009). *Diseño de dos sistemas de riego automatizados para invernadero rural*. [Tesis de pre-grado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5224>
- Carrasco, G. (2015). *Manual Técnico La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante*. ("NFT"). Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/277012808>
- Chávez, A. (2014). *Diseño e implementación de un sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga*. (Lactuca Sativa Var. Campania) [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santa María]. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/4464>
- González, R. (2007). *Hidráulica Básica*. EOI. Obtenido de <https://www.eoi.es/es/file/18371/download?token=eBNmHnEc>
- Salazar, R, & López, I. (2014). *La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v5n2/v5n2a12.pdf>
- Sánchez, J. (2013). *Sistema Operativo-Software de Aplicación*. Obtenido de <https://proyectocirculos.files.wordpress.com/2013/11/software.pdf>
- Rocha, A. (2007). *Hidráulica de Tubería y Canales*. Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <https://luisalderonf.files.wordpress.com/2012/01/hidraulica-de-tuberias-ycanales.pdf>
- Verde, G. (2017). *Tipos de sistemas hidropónicos para cultivar*. Obtenido de <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemashidroponicos>.
- Villón, M. (2003). *HCanales-Manual del Usuario*. Editorial Tecnológica del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/209407538/29-Manual-Hcanales>.
- Zárate, M. (2014). *Manual de Hidroponía*. Instituto de Biología. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.pdf

ANEXOS

Resultado de laboratorio de análisis químico de biol



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR

Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996

Ayacucho – Perú

“Año del Fortalecimiento de la soberanía Nacional”

Región : Ayacucho HR. 0023
Provincia : Huamanga
Distrito : Chiara
Localidad : Allpachaka
Proyecto : “Riego Hidropónico con el Uso de Biol en Condiciones de Invernadero,
Allpachaca – Chiara – Ayacucho, 2022”
Muestra : “BIOL”
Forma : Líquido
Tamaño muestra: Frasco x 1.5 L. proporcionado por el solicitante
Solicitante : Sr. Filomeno Béjar Hinostroza
Fecha Ingreso : 07/12/2022

ANALISIS FISICO – QUIMICO

Parámetros	Contenido
pH	4.60
C.E.(1:1) mS/cm	8.83
Nitrógeno (Total)	0.387 mg/L
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.697 mg/L
Potasio (K ₂ O)	179.6 mg/L
Calcio (CaO)	448.0 mg/L
Magnesio (MgO)	247.2 mg/L
Azufre (SO ₄ ⁻²)	376.1 mg/L
Sales Solubles Disueltas	5651.2 mg/L

Ayacucho, 19 de Diciembre del 2022.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE

Juan Bl Grón Molina
C.I.P. 77120

Ilustración 1. Resultado de laboratorio de análisis químico de biol

Imágenes de la instalación del sistema hidropónico NFT



Ilustración 2. *Nivelación del terreno a instalar*



Ilustración 3. *Instalación de la base de soporte para el sistema NFT*



Ilustración 4. *Instalación del depósito para la solución nutritiva.*



Ilustración 5. *Instalación eléctrica y el temporizador.*



Ilustración 6. *Instalación de la bomba de impulsión.*



Ilustración 7. *Instalación del canal de cultivo.*

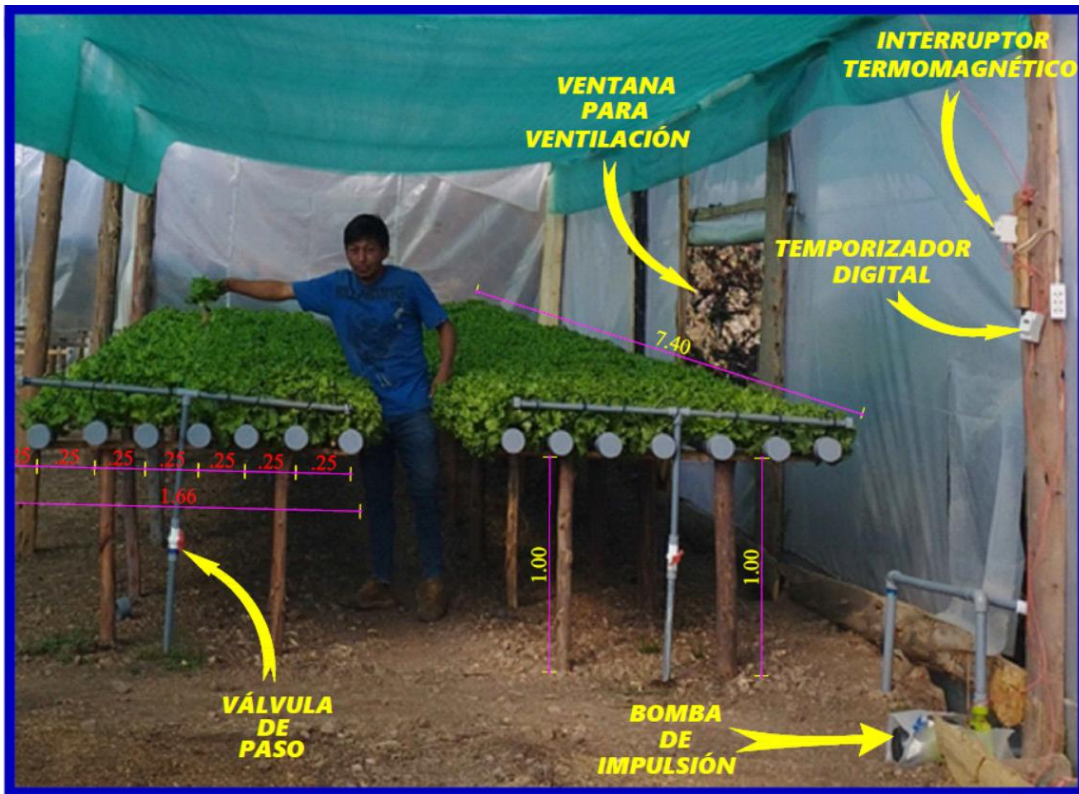
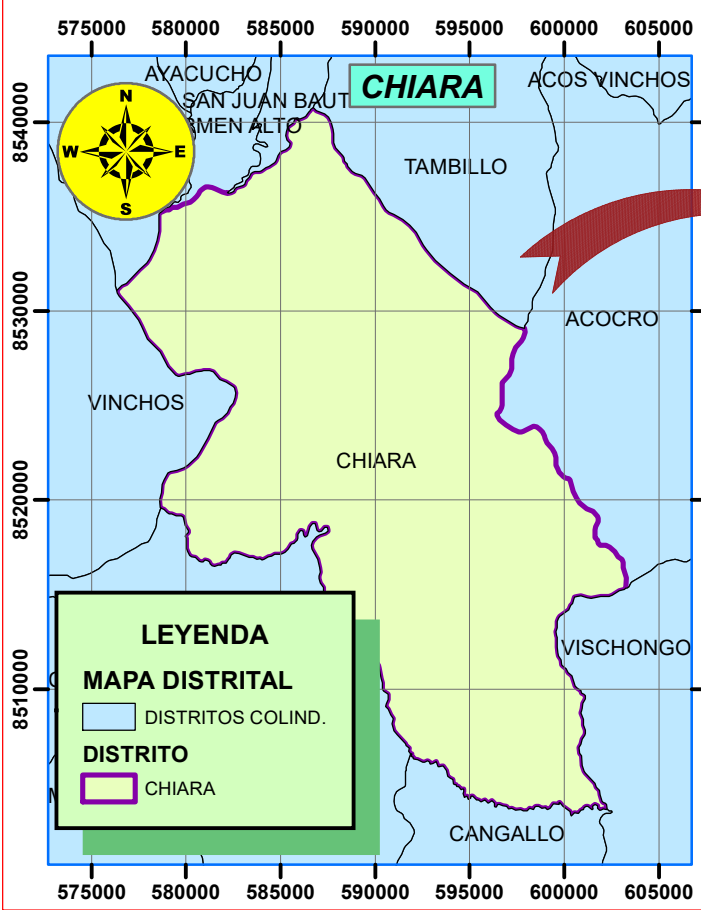
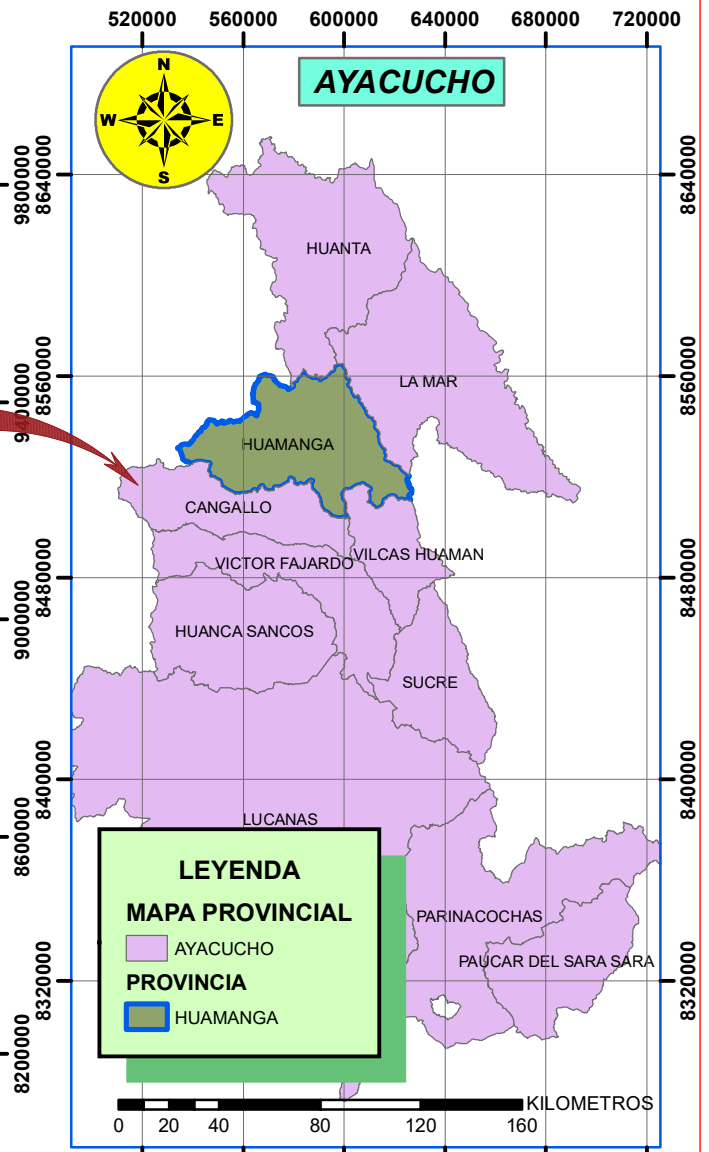
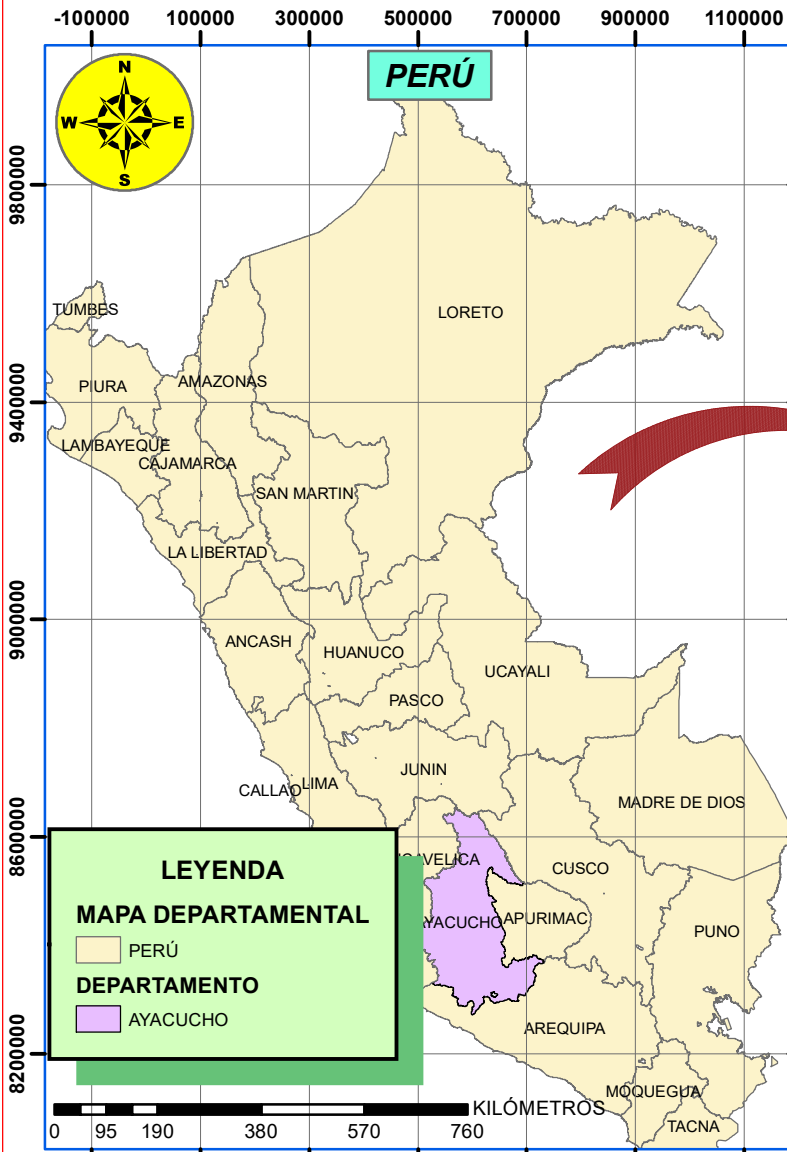


Ilustración 8. Sistema NFT puesta en funcionamiento.

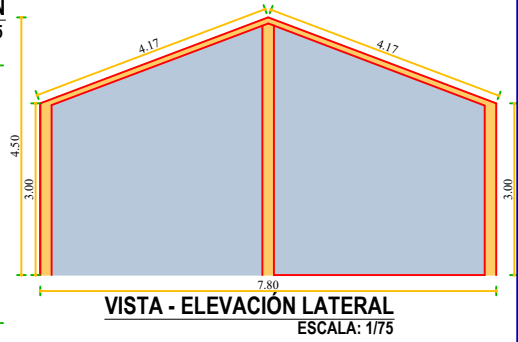
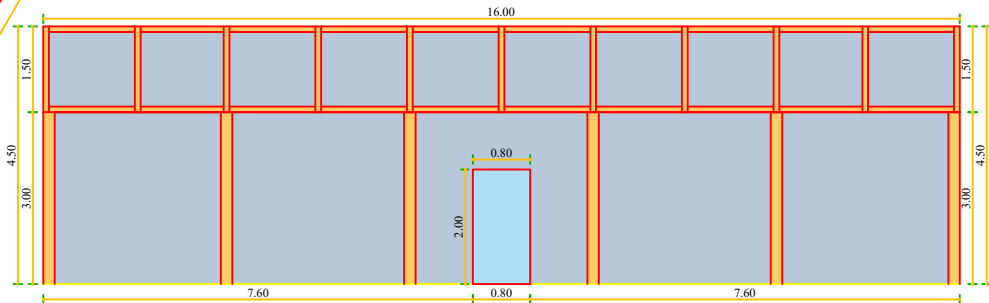
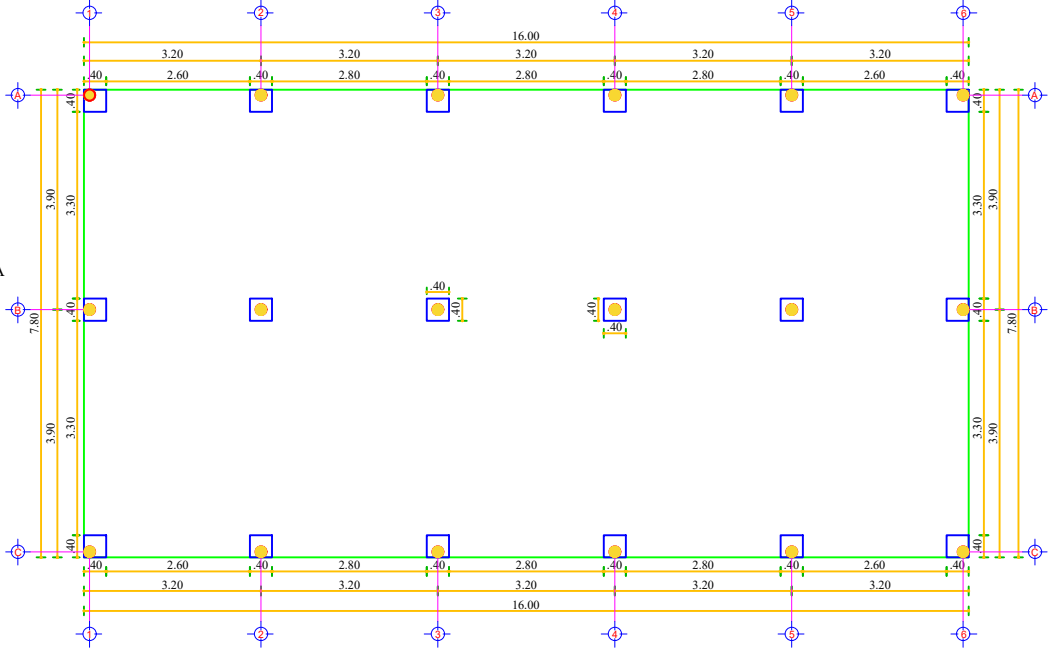
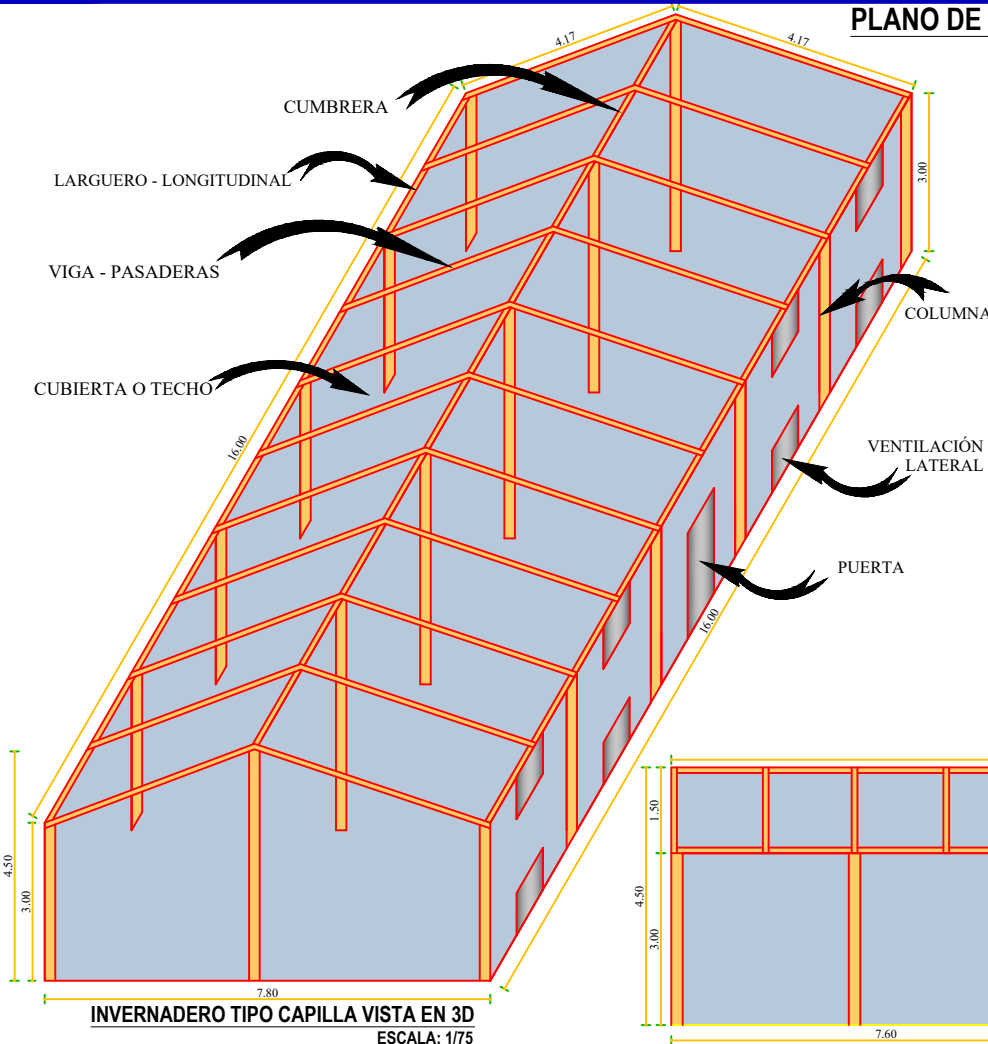


Ilustración 9. Cultivo de lechuga lista para la cosecha.

MAPA DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN



PLANO DE UN INVERNADERO TIPO CAPILLA (A DOS AGUAS)

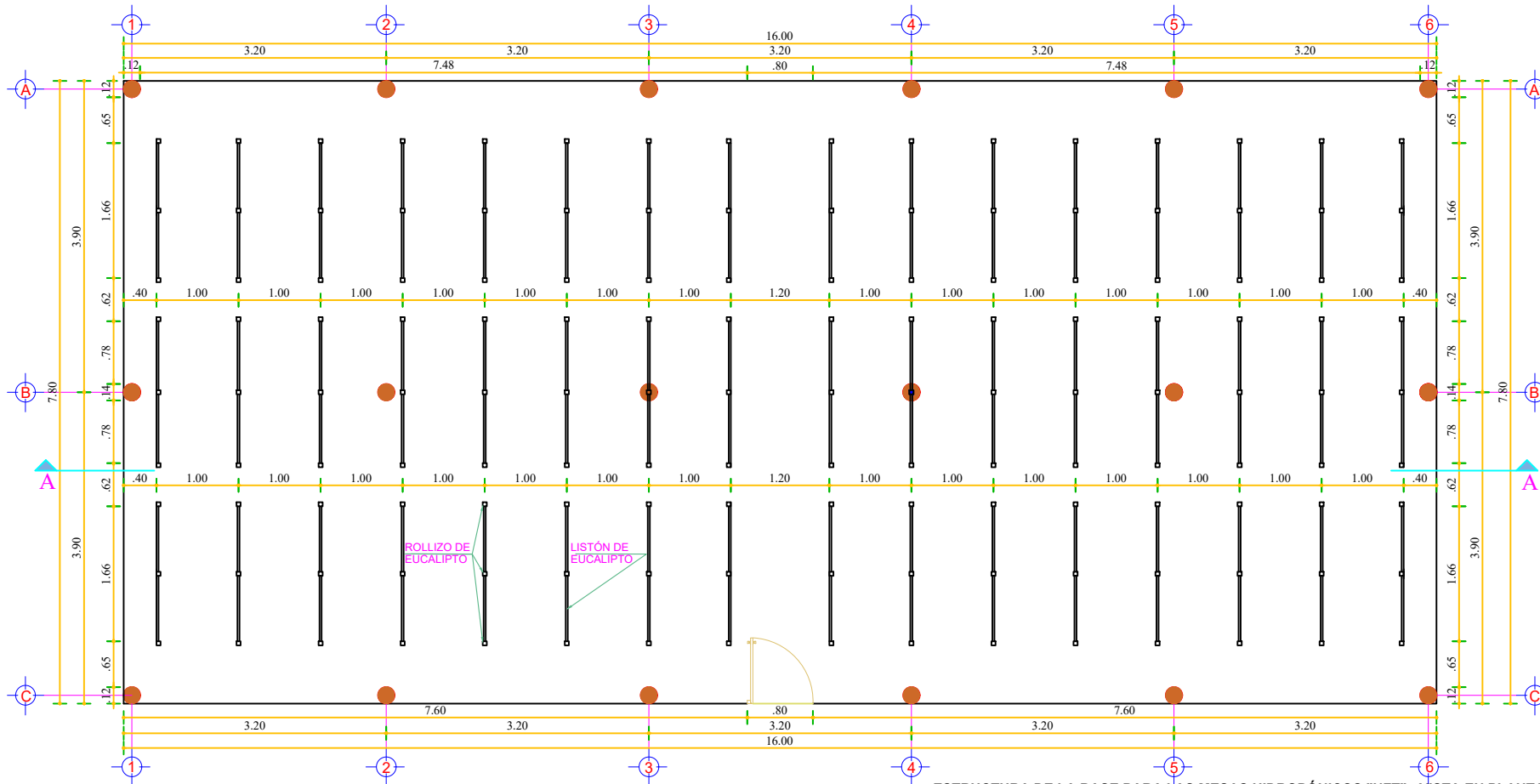


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

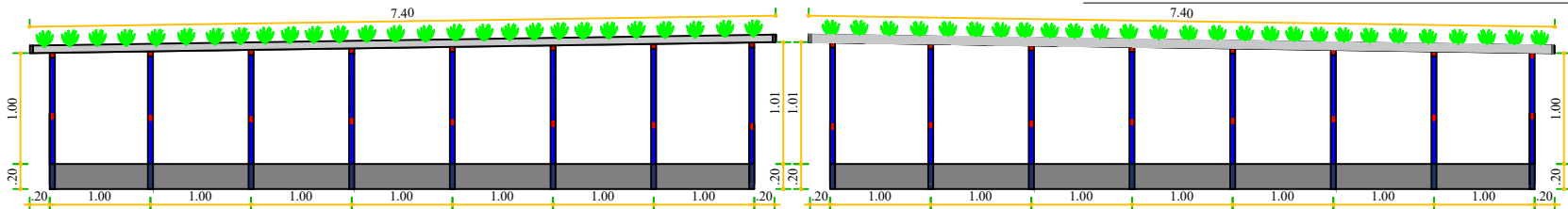
TESIS: Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Allpachaca - Chiara - Ayacucho, 2022



PLANO: PLANO ARQUITEC. Y ESTRUC. INVERNADERO	UBICACION: REGIÓN : AYACUCHO PROV. : HUAMANGA DISTRITO : CHIARA LOCALIDAD : ALLPACHACA	PROYECCIÓN - DATUM: UTM ZONA 18 - WGS84
	ESCALA: 1/50	FECHA: Enero - 2023
		DIGITALIZACIÓN CAD: F.B.H

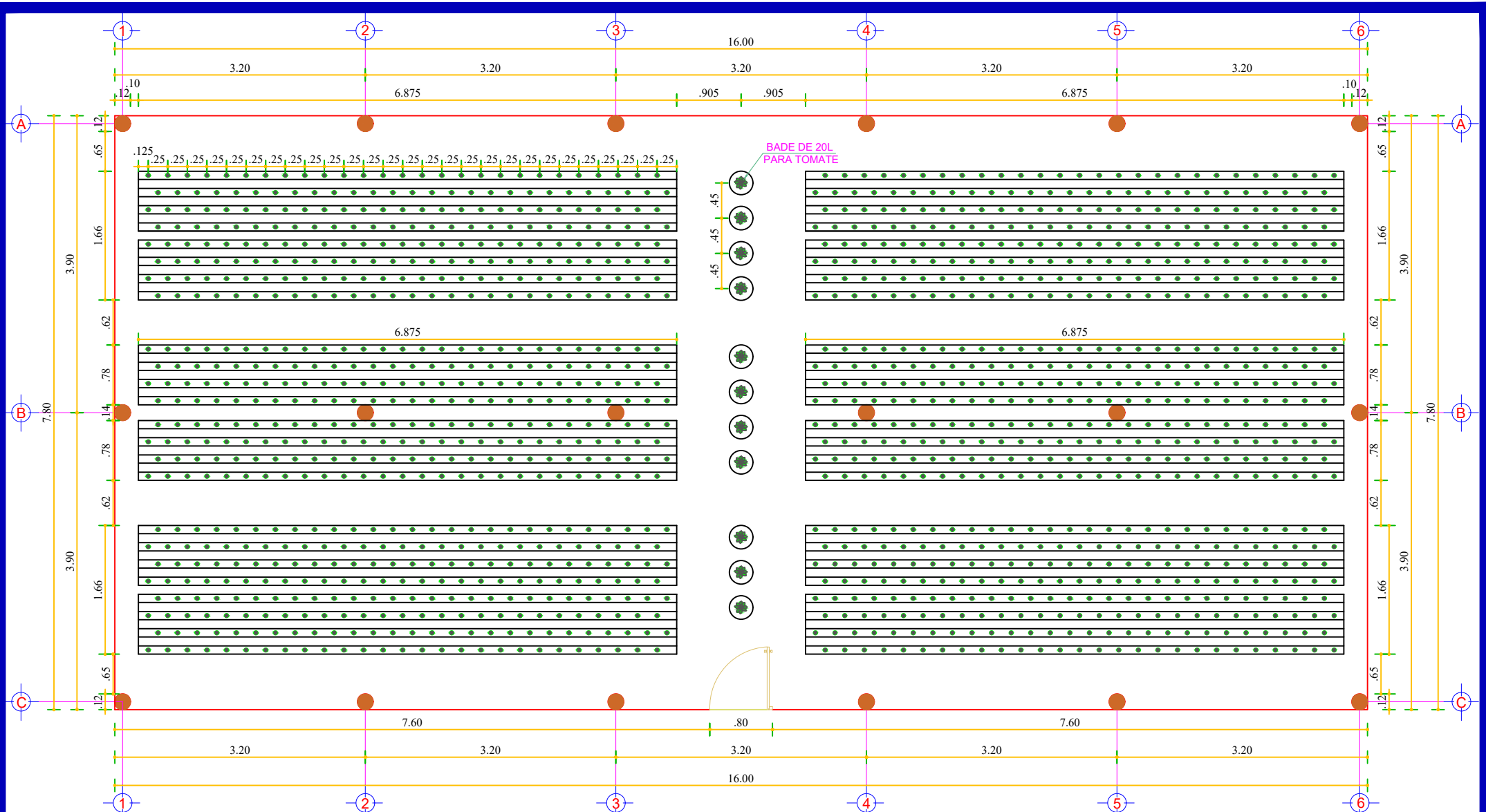


ESTRUCTURA DE LA BASE PARA LAS MESAS HIDROPÓNICOS "NFT" - VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1/50




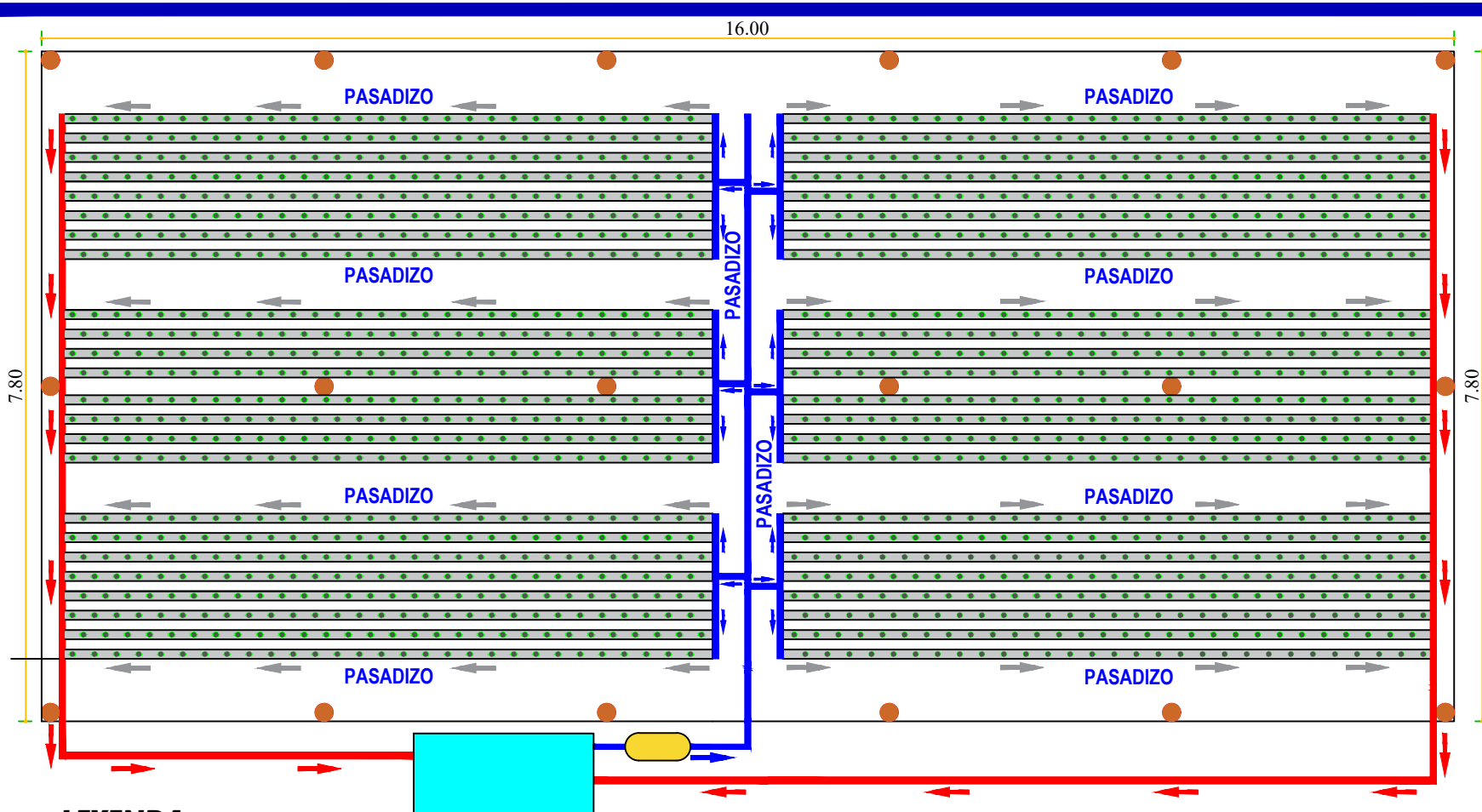
SISTEMA HIDROPÓNICO "NFT" - CORTE (A - A)
ESCALA: 1/50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		
TESIS: Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Alpachaca - Chiara - Ayacucho, 2022		
	PLANO: ESTRUCT. MESA HIDR.	UBICACIÓN: REGIÓN : AYACUCHO PROV. : HUAMANGA DISTRITO : CHIARA LOCALIDAD : ALLPACHACA
	PROYECCIÓN - DATUM: UTM ZONA 18 - WGS84 TESISISTA: FILOMENO BEJAR HINOSTROZA	ESCALA: 1/50 FECHA: Enero - 2023











CANALES DE CULTIVO EN (6 BANCADAS) - VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1/50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		
TESIS: Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Alpachaca - Chiara - Ayacucho, 2022		
	PLANO: PLANO DETALLES MESA HIDROPÓNICA	UBICACIÓN: REGIÓN : AYACUCHO PROV. : HUAMANGA DISTRITO : CHIARA LOCALIDAD : ALLPACHACA
	ESCALA: 1/50	FECHA: Enero - 2023



LEYENDA

 CULTIVO DE LECHUGA	 COLUMNA PARA INVERNADERO	 PENDIENTE - RECIRCULACIÓN
 BOMBA DE IMPULSIÓN	 DÉPÓSITO SOLUCIÓN NUTRITIVA	 TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO
 TUBERÍA DE RETORNO		 CANAL DE CULTIVO

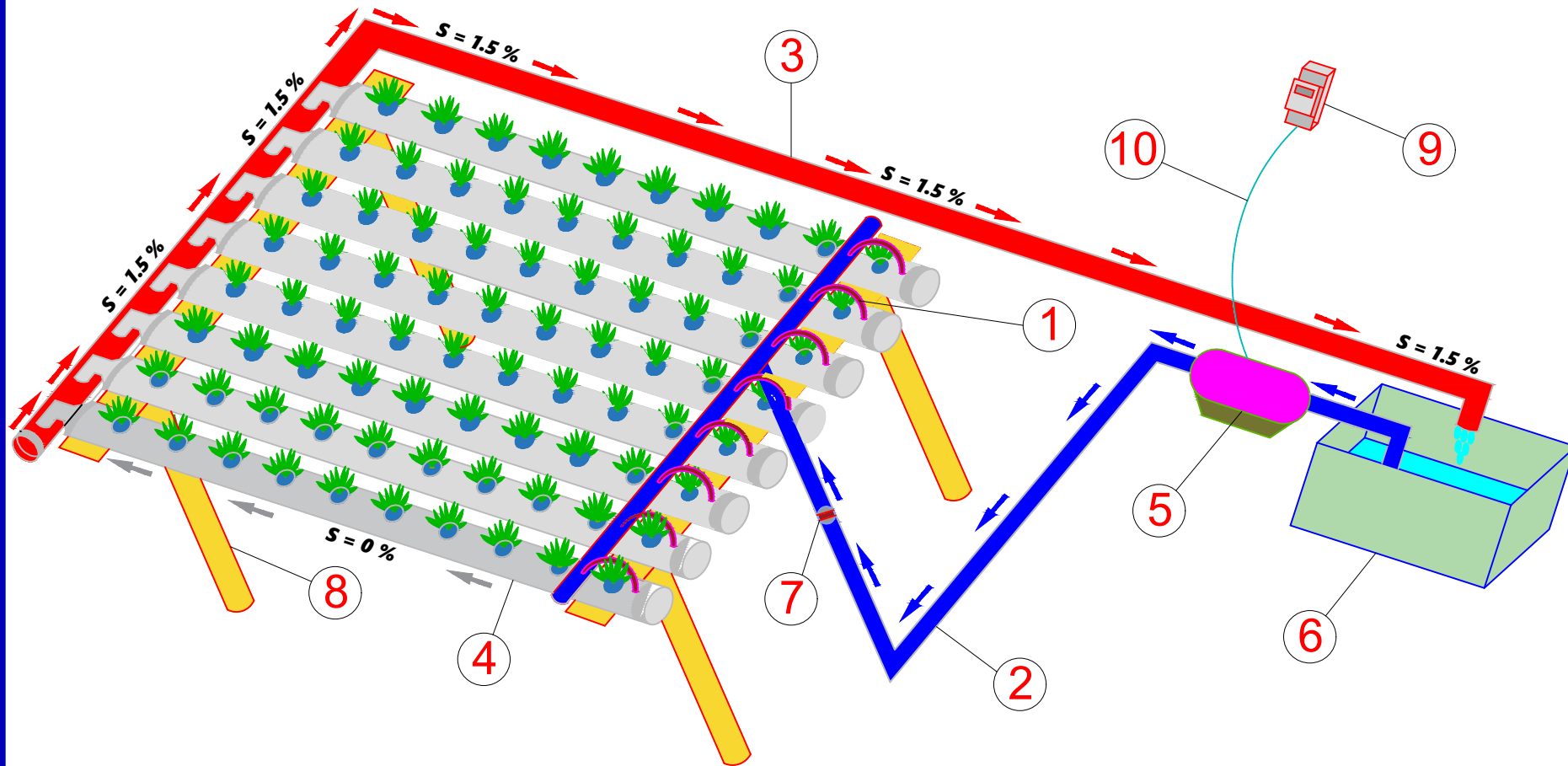
RECIRCULACIÓN DE "SN" EN EL SISTEMA HIDROPÓNICO (NFT) VISTA EN PLANTA
 ESCALA: 1/75

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

TESIS: Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Allpachaca - Chiara - Ayacucho, 2022

	PLANO: DETALLES	UBICACIÓN: REGIÓN : AYACUCHO PROV. : HUAMANGA DISTRITO : CHIARA LOCALIDAD : ALLPACHACA	PROYECCIÓN - DATUM: UTM ZONA 18 - WGS84
	RECIRCULACIÓN DE SN		TESISTA: FILOMENO BEJAR HINOSTROZA
	ESCALA: 1/50	FECHA: Enero - 2023	DIGITALIZACIÓN CAD: F.B.H

COMPONENTES DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO "NFT" - EN PARALELO



- 1 - TUBERÍA INYECTOR DE SOLUCIÓN NUTRITIVA.
- 2 - TUBERÍA DE 1" PARA EL ABASTECIMIENTO.
- 3 - TUBERÍA DE 4" PARA EL RETORNO AL DEPÓSITO.
- 4 - TUBERÍA DE 4" PARA EL CANAL DE CULTIVO.
- 5 - BOMBA DE IMPULSIÓN.

- 6 - DEPÓSITO DE SOLUCIÓN NUTRITIVA.
- 7 - VÁLVULA DE PASO.
- 8 - SOPORTE DE CANALES DE CULTIVO.
- 9 - PROGRAMADOR DE RIEGO.
- 10 - FUENTE DE CONEXIÓN ELÉCTRICA.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

TESIS: Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Allpachaca - Chiara - Ayacucho, 2022



PLANO:
PLANOS
DETALLES
COMPONENTES (NFT)

UBICACIÓN:
REGIÓN : AYACUCHO
PROV. : HUAMANGA
DISTRITO : CHIARA
LOCALIDAD : ALLPACHACA

PROYECCIÓN - DATUM:
UTM ZONA 18 - WGS84
TESISTA:
FILOMENO BEJAR HINOSTROZA

ESCALA:
1/50

FECHA:
Enero - 2023

DIGITALIZACIÓN CAD:
F.B.H



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. FILOMENO BEJAR HINOSTROZA
RD. N° 111-2023-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los veintiocho días del mes de febrero del año dos mil veintitrés, siendo las dieciocho horas con cinco minutos, en el auditorio virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron los miembros del jurado conformado por la Ph.D. Sandra del Aguila Ríos, Ing. Herbert Núñez Alfaro como asesor, Ing. Efraín Chuchón Prado y el Ing. John Samuel Cazorla Orihuela, bajo la presidencia del señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias y actuando como secretario de docente el Mtro. Ennio Chauca Retamozo para presenciar la sustentación virtual de la Tesis titulada: **"Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Allpachaca - Chiara - Ayacucho, 2022"** así obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola del Bachiller **FILOMENO BEJAR HINOSTROZA**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó al bachiller **FILOMENO BEJAR HINOSTROZA** que proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de 45 minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente.

Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó al sustentante y asistentes abandonar temporalmente el auditorio para la deliberación y calificación por parte de los miembros de la comisión, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ph.D. Sandra del Aguila Ríos	15	16	18	16
Ing. Herbert Núñez Alfaro	16	16.5	17	16.5
Ing. Efraín Chuchón Prado	16	16	16	16
Ing. John Samuel Cazorla Orihuela	15	15	14	15
PROMEDIO GENERAL				16

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

Ph.D. Sandra del Aguila Ríos
Presidente

Ing. Herbert Núñez Alfaro
Asesor

Ing. Efraín Chuchón Prado
Jurado

Ing. John Samuel Cazorla Orihuela
Jurado

Mtro. Ennio Chauca Retamozo
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Allpachaca – Chiara – Ayacucho, 2022

Autor : Filomeno Bejar Hinostroza


Asesor : Herbert Núñez Alfaro

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 17 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2140205461

Ayacucho, 01 de agosto de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

M. Sc. Walter A. Mateu Mateo
Pdr. Comisión Turnitin - FCA

Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Allpachaca – Chiara – Ayacucho, 2022

por Filomeno Bejar Hinoztroza

Fecha de entrega: 01-ago-2023 08:51p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2140205461

Nombre del archivo: TESIS_2023_-_FILOMENO_BEJAR_HINOSTROZA.docx (12.61M)

Total de palabras: 16042

Total de caracteres: 81123

Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Allpachaca – Chiara – Ayacucho, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	2%
6	estoesagricultura.com Fuente de Internet	2%
7	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
8	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	1%

9	1library.co Fuente de Internet	1 %
10	html.pdfcookie.com Fuente de Internet	1 %
11	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
13	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

RIEGO HIDROPÓNICO CON EL USO DE BIOL EN CONDICIONES DE INVERNADERO, ALLPACHACA – CHIARA – AYACUCHO, 2022

AUTOR: Filomeno Bejar Hinostroza¹, Herbert Núñez Alfaro²

Línea de investigación: Hidrología hidráulica, riego y biotecnología

Correo electrónico: filomeno.bejar.21@unsch.edu.pe – herbert.nunez@unsch.edu.pe

RESUMEN

El proyecto de investigación fue realizado en la localidad de Allpachaca, distrito de Chiara, provincia de Huamanga, región Ayacucho; que consiste en el diseño de riego hidropónico en el sistema NFT (semi-automatizado) instalado dentro de un invernadero tipo capilla en un área de 124.80 m², el periodo de riego fue controlado por un reloj temporizador, el cual está conectado directamente con la bomba de impulsión para una mejor recirculación de la solución nutritiva. Los objetivos de la presente investigación son: Diseñar en AutoCAD un riego hidropónico en el sistema NFT utilizando el biol como foliar orgánico para el cultivo de hortalizas, realizar la preparación de biol a partir del estiércol de ganado vacuno para así mejorar la producción del cultivo de lechuga y comparar los costos de producción entre el cultivo tradicional y el cultivo hidropónico NFT. Como resultado se instaló el riego hidropónico en paralelo, utilizando como canal de cultivo la tubería PVC sanitario de 4". En la preparación de biol se utilizaron como materia prima el estiércol fresco de ganado vacuno, suero de leche, agua, melaza y levadura; y a los 60 días de su preparación se obtuvo el biol como un foliar orgánico. En la comparación de costos de producción entre los dos sistemas de cultivo, resultó como sigue: en el cultivo tradicional denominado también cultivo a campo abierto, el costo de producción fue de S/. 532.00 con una utilidad de S/. 281.81 y en el cultivo hidropónico el costo de producción fue de S/. 7,668.80 con una utilidad de S/. 197.45, evaluado durante el primer año de producción, por lo que se concluye que el sistema hidropónico NFT tiene un costo de instalación elevado, pero es el más rentable en el costo, en higiene, en la cantidad y calidad de los productos. Por lo tanto, se recomienda instalar este tipo de tecnología en otros cultivos.

Palabras clave: Biol, foliar orgánico, costo de producción, cultivo lechuga.

HYDROPONIC IRRIGATION WITH THE USE OF BIOL IN GREENHOUSE CONDITIONS, ALLPACHACA – CHIARA – AYACUCHO, 2022

ABSTRACT

The research project was carried out in the town of Allpachaca, district of Chiara, province of Huamanga, Ayacucho region; which consists of the design of hydroponic irrigation in the NFT (semi-automated) system installed inside a chapel-type greenhouse in an area of 124.80 m², the irrigation period was controlled by a timer clock, which is directly connected to the pump drive for better recirculation of the nutrient solution. The objectives of the present investigation are: Design in AutoCAD a hydroponic irrigation in the NFT system using biol as organic foliar for the cultivation of vegetables, carry out the preparation of biol from cattle manure in order to improve the production of the crop of lettuce and compare production costs between traditional cultivation and NFT hydroponic cultivation. As a result, hydroponic irrigation was installed in parallel, using the 4" sanitary PVC pipe as a culture channel. In the preparation of biol, fresh cattle manure, whey, water, molasses and yeast were used as raw material; and 60 days after its preparation, the biol was obtained as an organic foliar. In the comparison of production costs between the two cultivation systems, it was as follows: in the traditional cultivation also called open field cultivation, the production cost was S/. 532.00 with a utility of S/. 281.81 and in hydroponic cultivation the cost of production was S/.7,668.80 with a profit of S/. 197.45, evaluated during the first year of production, so it is concluded that the NFT hydroponic system has a high installation cost, but it is the most profitable in cost, hygiene, quantity and quality of the products. Therefore, it is recommended to install this type of technology in other crops.

Keywords: Biol, organic foliar, production cost, lettuce crop.

INTRODUCCIÓN

La escasez de agua es uno de los principales problemas que afecta a la región de Ayacucho y que se da en mayor proporción por el uso inadecuado en las actividades agrícolas, principalmente en las zonas altoandinas.

Otro de los principales problemas es que sigue predominando el riego por gravedad, siendo este de muy poca eficiencia en la utilización del agua para el cultivo, así mismo la falta de

tecnificación y la falta de capacitación a los agricultores en ámbito rural, son los que afectan el déficit hídrico, según (Rivera, 2018).

Debido a ello, la presente investigación titulado “Riego hidropónico con el uso de biol en condiciones de invernadero, Allpachaca - Chiara - Ayacucho, 2022”, está proyectado a optimizar el agua con la implementación del riego mediante la recirculación en el sistema NFT.

Este trabajo demuestra las ventajas y desventajas de un invernadero y el sistema hidropónico NFT en paralelo, que permite un mayor ahorro del agua, traduciéndose en optimización de este recurso hídrico, ya que funciona de una manera en que el agua recircula en el sistema NFT, pudiendo así maximizar la eficiencia en su uso.

La finalidad de la presente investigación está orientado a buscar nuevas alternativas de riego para una mejor eficiencia con el respectivo ahorro del recurso hídrico en la agricultura de la comunidad de Allpachaca, para tal fin se ha propuesto alcanzar los siguientes objetivos:

1. Diseñar un sistema de riego hidropónico “NFT” con el uso de biol, a base de tuberías de PVC para el cultivo de lechugas en la comunidad de Allpachaca.
2. Elaborar preparados biológicos (foliar orgánico – biol) a partir de estiércol vacuno para aumentar el rendimiento de la siembra de lechugas.
3. Comparar costos de producción de lechugas, entre cultivos tradicionales y cultivos en sistemas hidropónicos NFT.

METODOLOGÍA

1.1 Ubicación política:

Región : Ayacucho.
Provincia : Huamanga.
Distrito : Chiara
Localidad : C.P. Allpachaca

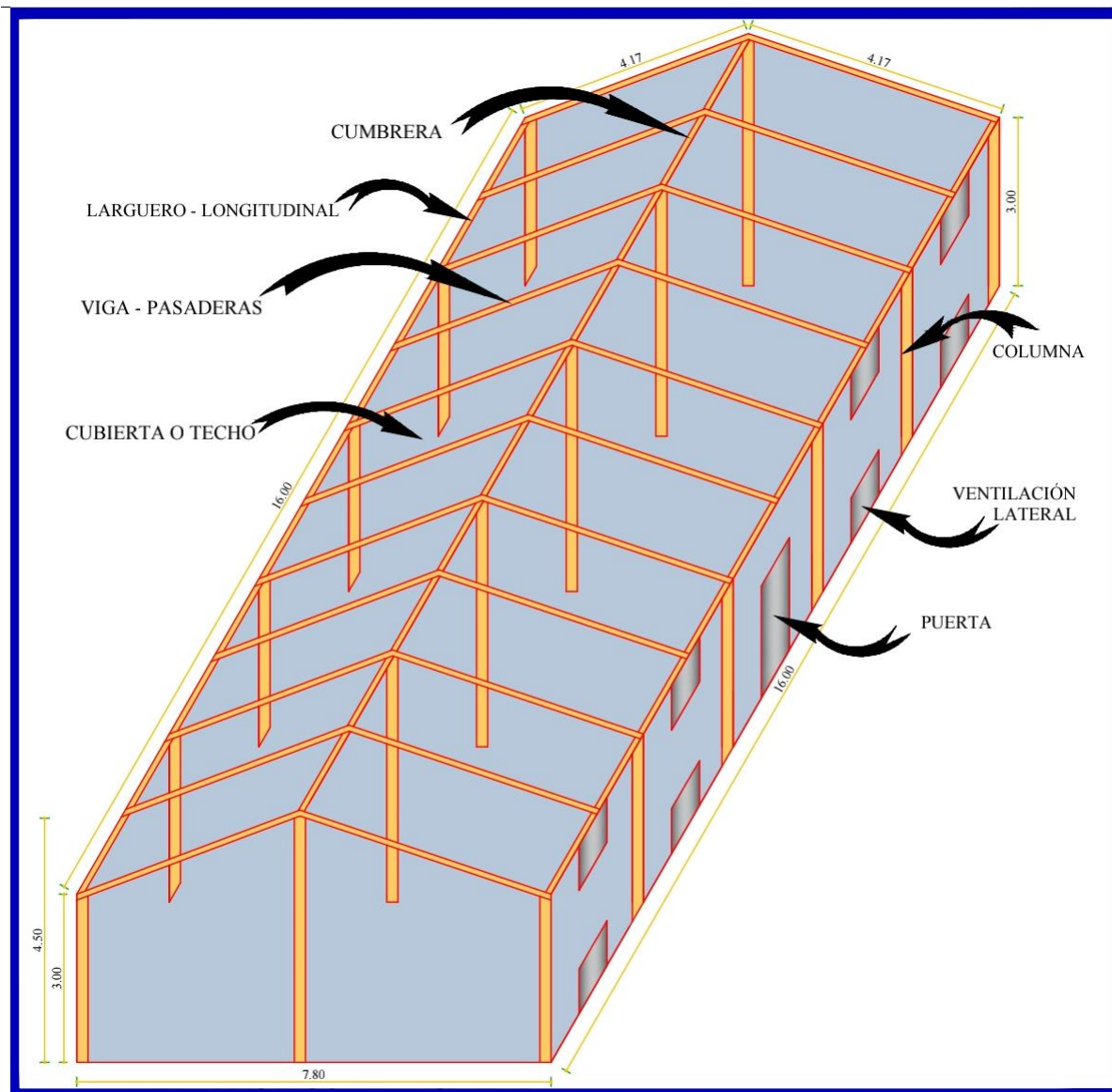
1.2 Diseño experimental

La figura 1. Muestra un diseño de un invernadero tipo capilla (a dos aguas) de 16.00 m de largo por 7.80 m de ancho, cubierta de plástico para invernadero de color transparente de

200 micras, con la finalidad de proteger a las plantas.

Figura 1.

Vista estructura y arquitectura del invernadero



Nota. La figura nos muestra un invernadero tipo capilla, con estructuras a base de rollizos de eucalipto.

1.3 Materiales y costos para la construcción de un invernadero tipo capilla

En la siguiente tabla 1. Se muestra el costo para la construcción de un invernadero, que varía según las características, el diseño, las dimensiones, la ubicación, la calidad de los materiales, entre otras.

Tabla 1.*Materiales y costos construcción de un invernadero de (16.00mx7.80m)*

Materiales y costos para la construcción de un invernadero de (16.00m x 7.80m)				
Descripción	U.M.	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Sub Total
Cemento Portland IP 42.5 KG (zapatas)	Und	14	30.50	427.00
Arena gruesa	m ³	1	70.00	70.00
Piedra chancada de 1/2"	m ³	1	70.00	70.00
Piedra mediana	m ³	0.5	70.00	35.00
Alambre de 16	Kg	5	7.00	35.00
Plástico Agrofilm de 250 micras de 6x50m	Rollo	1	1800.00	1800.00
Rollizo de eucalipto de 5.50 m (columna central)	Und	6	20.00	120.00
Rollizo de eucalipto de 4.00 m (columna lateral)	Und	12	15.00	180.00
Rollizo de eucalipto de 4.60 m (viga - pasadera)	Und	22	16.00	352.00
Rollizo de eucalipto 3.50 m (languero - cumbrera)	Und	15	12.00	180.00
Clavo de 8"	Kg	10	8.50	85.00
Clavo de 4"	Kg	1	8.50	8.50
TOTAL				3362.50

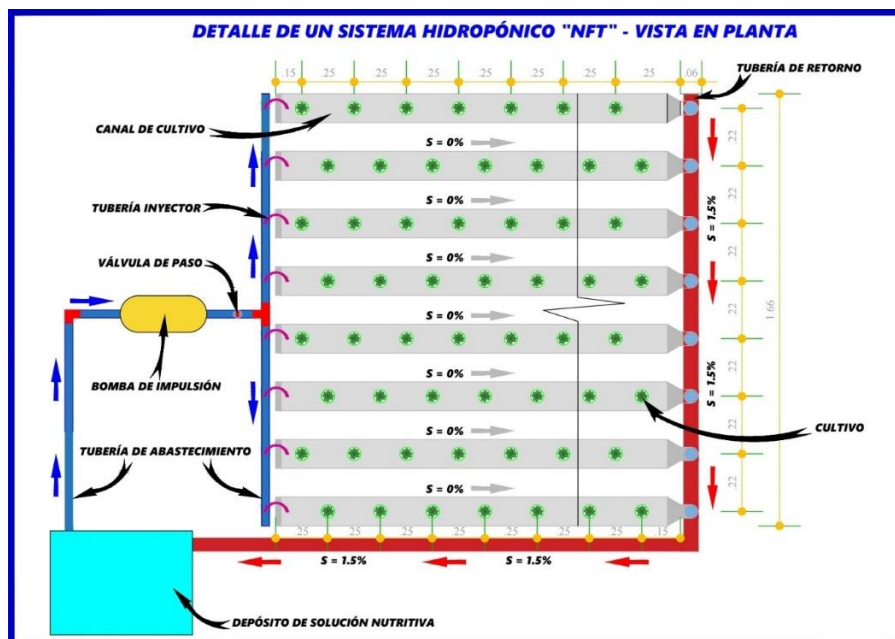
Nota. La tabla nos muestra el costo de los materiales para la construcción de un invernadero tipo capilla, con estructuras a base de rollizos de eucalipto.

1.4 Diseño de un sistema de riego hidropónico NFT

Se diseñó un sistema hidropónico NFT en paralelo, el cual se hizo utilizando el programa AutoCAD, como se muestra en la figura 2.

Figura 2.

Plano del sistema hidropónico NFT – vista en planta

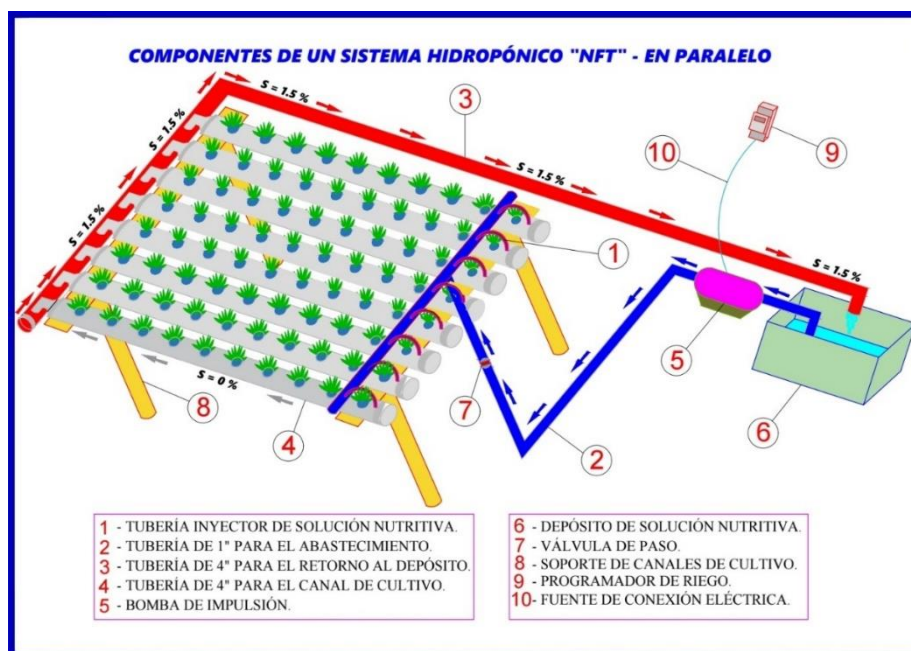


1.5 Componentes de un sistema NFT

También se diseñó el sistema NFT utilizando el software CAD en 3D, con la finalidad de representar y visualizar con mayor precisión los objetos mediante una colección de puntos en tres dimensiones. Para su mejor entendimiento y apreciación se muestra la figura 3.

Figura 3.

Componentes del sistema NFT en paralelo



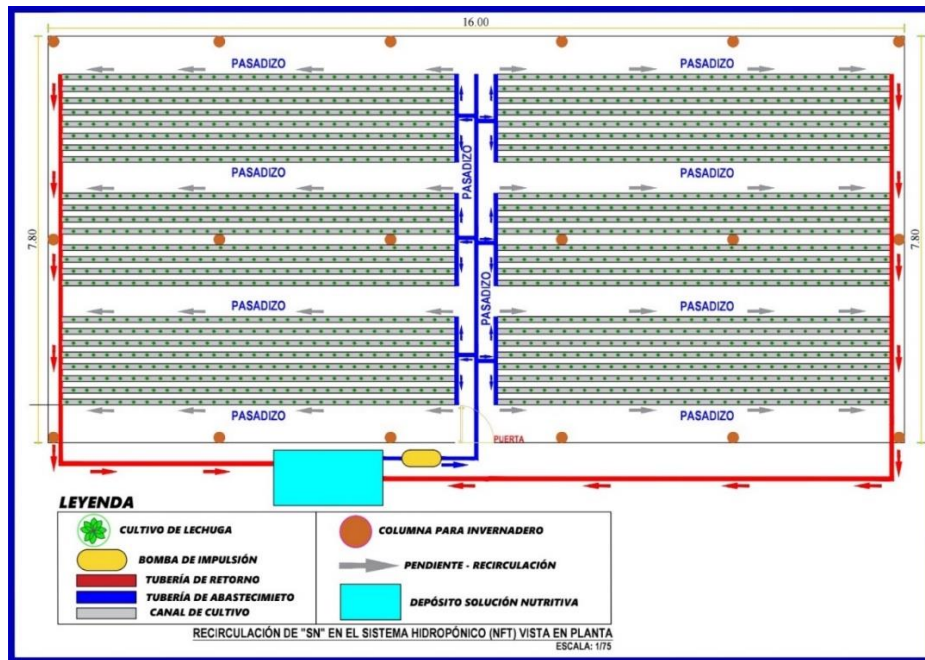
1.6 Esquema hidráulico

Para realizar el cálculo hidráulico primero se realizó el diseño utilizando el software AutoCAD para así distribuir las mesas hidropónicas, considerando los criterios de diseño, tipo de cultivo y de acuerdo al área disponible.

La siguiente figura 4 nos muestra 6 mesas hidropónicas y en cada mesa hay 8 canales de cultivo.

Figura 4.

Esquema hidráulico

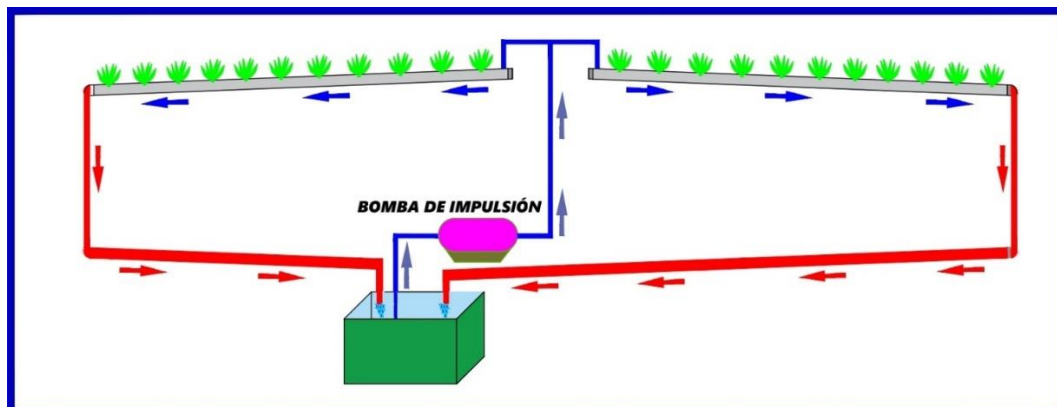


1.7 Esquema hidráulico vista en perfil

Se hizo un diseño de corte transversal con la finalidad de observar mejor el recorrido de la solución nutritiva, en la figura 5 se aprecia el sistema visto en perfil.

Figura 5.

Esquema hidráulico vista en perfil



1.8 Ingredientes para elaborar el biol

Se hizo un diseño de corte transversal con la finalidad de observar mejor el recorrido de la solución nutritiva, en la figura 13 se aprecia el sistema visto en perfil.

Para preparar el biol se utilizó los siguientes materiales:

- Bidón de caucho con capacidad para 200 litros que tenga tapa con cinturón de seguridad.
- Manguera de jardín. 1 metro.
- Conector plástico para manguera.
- Botella de plástico (de 2 litros).

En la siguiente tabla 2. Se muestra los ingredientes para la preparación de biol (foliar orgánico).

Tabla 2.

Ingrediente para el biol

Ingredientes	Unidad	Para preparar 200 litros de Biol	Para preparar 20 litros de Biol
Agua	Litros	150	15
Estiércol fresco de ganado	Kilos	40	4
Leche (suero o chicha)	Litros	2	0.5
Melaza	Litros	2	0.5
Chancaca	Kilos	2	0.25
Hojas y tallos verdes picadas	Kilos	2	0.5
Levadura	Gramos	200	25

1.10 Costo de producción en un cultivo hidropónico NFT

Para la estimación de los costos de producción de un sistema NFT, primero se calculó la productividad, en un área de 16 m de largo por 7.80 m de ancho. En la tabla 3 se muestra los materiales con su respectivo costo unitario.

Tabla 3.*Materiales y costo para la instalación de un sistema NFT*

Materiales y costos para la instalación de un sistema hidropónico NFT				
Descripción	U.M.	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Tubería PVC sanitario $\varnothing = 4"$ de 3m	Und	122	28.50	3477.00
Tubería PVC sanitario $\varnothing = 2"$ de 3m	Und	15	25.00	375.00
Tubería PVC $\varnothing = 1"$ de 5m	Und	5	22.00	110.00
Tubería PVC $\varnothing = 1/2"$ de 5m	Und	7	22.00	154.00
Tanque de 1200L para depósito de SN	Und	1	650.00	650.00
Cono de plástico, para el trasplante	Und	1500	0.20	300.00
Bomba de impulsión de 1 HP	Und	1	280.00	280.00
Codo PVC 90° de $\varnothing = 1/2"$	Und	8	2.50	20.00
Codo PVC 90° de $\varnothing = 1"$	Und	4	3.00	12.00
Codo PVC 90° de $\varnothing = 2"$	Und	55	3.50	192.50
Reducción PVC de $\varnothing = 4"$ a 2"	Und	50	4.20	210.00
Tapa sanitaria de $\varnothing = 4"$ PVC	Und	50	2.50	125.00
Microtubo de polietileno 5mm	m	20	2.00	40.00
Válvula de paso plástica de 1"	Und	1	8.00	8.00
Tee de PVC reducción de 1" @ 1/2"	Und	6	7.00	42.00
Tee de PVC de 1/2" (salida bilateral)	Und	6	5.00	30.00
Tapón de 1/2" PVC	Und	12	2.00	24.00
Tapón de $\varnothing = 1"$ PVC	Und	2	2.50	5.00
Cemento Portland IP 42.5 KG (base)	Und	2	30.50	61.00
Arena gruesa	m ³	0.5	70.00	35.00
Piedra chancada de $\varnothing = 1/2"$	m ³	0.5	70.00	35.00
Pegamento para PVC de 1/4 gln	Und	1	32.50	32.50
Cinta teflón 3/4" x 10 yds	Und	6	2.30	13.80
Lija de metal N°100	Und	5	4.00	20.00
Rollizo de eucalipto de L = 1.70m y $\varnothing = 6$ cm	Und	200	1.00	200.00
Alambre de 16	Kg	10	7.00	70.00
Programador Timer	Und	1	45.00	45.00
Perforadora eléctrica para tubería PVC	Und	1	120.00	120.00
Cable uso rudo 2X14	m	120	1.80	216.00
Soquet	Und	3	2.50	7.50
Toma corriente	Und	1	8.00	8.00
Interruptor	Und	3	2.50	7.50
Tablero eléctrico 110 VCA.	Und	1	45.00	45.00
Clavo de 4"	Kg	8	8.50	68.00
TOTAL				7038.80

Nota: La tabla anterior nos muestra la descripción de los materiales, la unidad de medida, la cantidad a utilizar, el costo unitario y el costo total. Realizando los cálculos matemáticos el costo total de la instalación de hidroponía fue de S/. 7,038.80. Con este presupuesto se puede producir un

total de 1392 lechugas por cosecha considerando que una cosecha en un sistema hidropónico se obtiene en 45 días por lo que al año se producen 6 cosechas de manera continua, por lo tanto, la producción anual será de 8352 lechugas, superando así la producción anual de un cultivo tradicional.

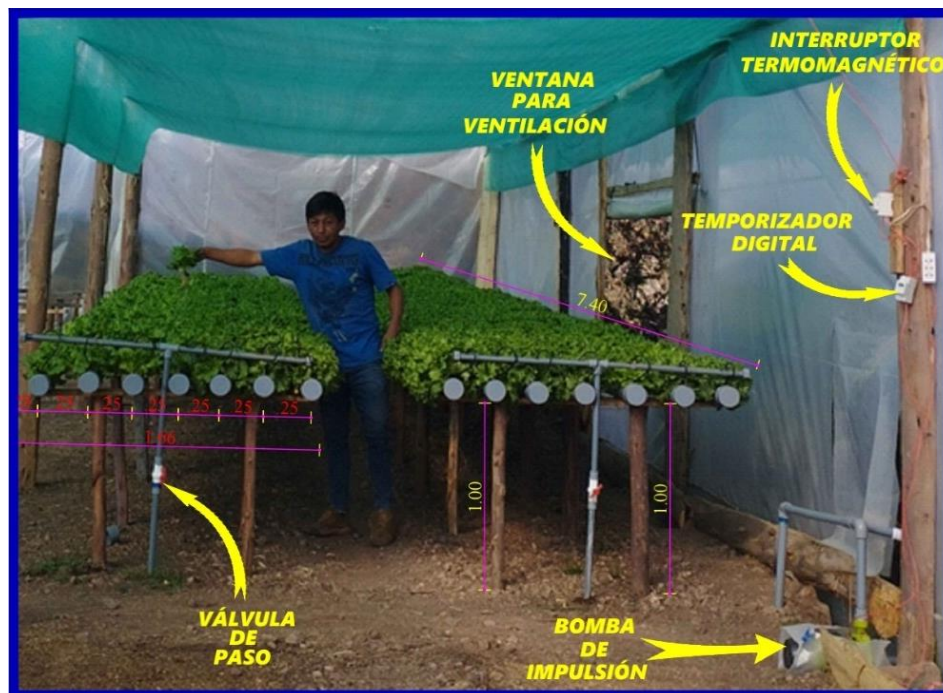
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 Resultado sobre el diseño de riego hidropónico del sistema NFT

Se construyeron las mesas hidropónicas de 7.40 m de largo por 1.66 m de ancho, a una altura de 1.00 m sobre el suelo, en total se construyeron 6 mesas y por cada mesa hay 8 canales de cultivo de 7.40 m de longitud, hechas a base de tuberías de 4" en el cual se realizó hoyos de 45 milímetros de diámetro a cada 25 cm de distancia uno de otro, por lo que cada canal de cultivo tiene la capacidad de albergar 29 plántulas, la distancia entre canales de cultivo fue de 0.22 m. Por tanto, cada mesa contendrá 232 plántulas de lechugas. Para el sistema de red de distribución de riego, se usó tubería PVC de 1" extendiéndose desde el depósito de solución hasta los canales de cultivo; impulsado por una bomba de agua de 1 HP de potencia.

Figura 6.

Sistema hidropónico NFT en funcionamiento



2.2 Resultados sobre la elaboración de biol

A los 60 días de su elaboración, se obtuvo el biol. La siguiente figura 7, nos muestra el resultado de la obtención del foliar orgánico más conocido como biol.

Figura 7.

Foliar orgánico (biol) cosechado y envasado



Análisis de la composición química de Biol

Tabla 4.

Análisis sobre la composición química de biol

Nutrientes	Resultado	Nutrientes	Resultado	Nutrientes	Resultado
Nitrógeno (mg/L)	0.387	Nitrógeno (%)	0.12	Nitrógeno (%)	0.32
Fósforo (mg/L)	0.697	Fósforo (Ppm)	8.6	Fósforo (%)	1.12
Potasio (mg/L)	179.6	Potasio (Ppm)	112	Potasio (%)	0.39
Calcio (mg/L)	448.0	Calcio (%)	0.51	Calcio (%)	0.57
Magnesio (mg/L)	247.2	Magnesio (%)	1.17	Magnesio (%)	0.13
Azufre (mg/L)	376.1	Boro (Ppm)	0.12	Zinc (%)	0.21
PH	4.60	PH	3.59	PH	3.59

Fuente: Biol de la presente investigación.

Fuente: Biol supermagro, Aliaga, (2017).

Fuente: Díaz, (2017).

Nota: Los resultados de biol realizado por Díaz (2017) con los resultados del “Biol Super Magro” citado por Aliaga (2014), lo realizado por Díaz son ligeramente superiores, debido a que el tiempo de fermentación fue mayor (60 días), los ingredientes utilizados en el experimento fueron los mismos.

2.3 Resultados sobre costos de producción entre sistema tradicional y el sistema NFT

A los 60 días de su elaboración, se obtuvo el biol. La siguiente figura 28, nos muestra el resultado de la obtención del foliar orgánico más conocido como biol.

Cultivo tradicional

En el sistema de cultivo tradicional, más conocido como cultivo en chacra, como resultado en la producción anual fue de 1017.26 Kg, por lo tanto, el ingreso anual fue de S/. 813.81 y la utilidad para el primer año fue de S/. 281.81, esta utilidad es constante en cada año pues el trabajo en el terreno se hace en cada campaña.

Cultivo en sistema hidropónico NFT

En el sistema de cultivo hidropónico NFT, más conocido como cultivo en película de nutrientes, como resultado en la producción anual fue de 5244.17 Kg, por lo tanto, el ingreso anual fue de S/. 7,866.25 y la utilidad para el primer año fue de S/. 197.45 en el primer año de funcionamiento del sistema hidropónico.

Como se ve en el primer año se recupera la inversión del costo inicial alto que demanda el sistema hidropónico NFT, y a partir del 2do año en adelante las utilidades son mayores en comparación a una producción tradicional.

Justificación y discusión:

1. Se realizó el diseño de riego hidropónico en el sistema NFT con la finalidad de innovar, tecnificar y ver la eficiencia en el uso del agua que posee frente a las técnicas de cultivo tradicional, por lo que para garantizar su buen funcionamiento es que se realizó los cálculos hidráulicos mediante el programa Hcanales.

La eficiencia en el uso del agua en este sistema es uno de los puntos más importantes de la investigación ya que con este valor podemos determinar si es más eficiente que los sistemas de riego tradicionales que se utilizan en la Cuenca Alta Cachi - Allpachaca, pero viendo

inicialmente desde el punto de cultivar sin suelo podemos determinar que este sistema hidropónico NFT es más eficiente ya que no se tiene pérdidas de agua por percolación ni escorrentía, debido a que estos 02 factores son pérdidas que se originan cuando el cultivo se planta en tierra.

En el diseño de un sistema hidropónico NFT realizado por (Alveal & Campos, 2014), solo consideró los requerimientos del sistema hidropónico NFT desde el punto de vista agronómico, usando así los diámetros de tuberías más comunes que son utilizados para esta técnica, esto al momento de realizar la construcción podría no tener un adecuado funcionamiento o podría existir un sobredimensionamiento de los recursos a emplear ya que no existe cálculo hidráulico, por lo que es importante considerar ambos aspectos tanto la parte agronómica como la hidráulica a fin de realizar un adecuado diseño como se planteó en la presente tesis.

Bautista (2009), desarrolló un diseño del sistema hidropónico NFT en la cual solo considera el cálculo hidráulico de algunos componentes, sin realizar el cálculo del tanque colector y la tubería colectora, estos 02 componentes mencionados con anterioridad son parte de los 05 componentes principales que conforman el sistema hidropónico NFT, por lo que no realizar el cálculo de estos pueden coadyuvar al mal funcionamiento del sistema o sobredimensionamiento de estos 02 componentes acrecentándose así los costos de inversión inicial.

En la presente investigación para conocer la eficiencia en el uso del agua se tomó un rendimiento de 6.65 kg/m² para la lechuga, por lo que desde el enfoque del empleo del agua la eficiencia en el uso del agua fue de 31.69 kg/m³ de agua utilizada, esto nos quiere decir que para producir un 1kg de lechuga en condiciones de hidroponía se necesita 0.03156 m³ o 31.56L, y realizando la comparación con otros autores que utilizan el sistema de riego tradicional, Martínez (2017), concluye que el sistema hidropónico es más eficiente en cuanto a la utilización del agua, ya que se podría producir con la cantidad de agua que se desperdicia hasta 3 kg más de producto, la cual generaría mayor ingreso al poblador y se tendría una optimización en el uso del agua.

2. Díaz (2017), realizó un análisis químico de biol en la que obtuvo un resultado ligeramente

inferior en comparación con los resultados de análisis de la presente investigación, esto es debido a que el tiempo de fermentación realizado por Díaz fue menor a 60 días, mientras que en el presente proyecto la cosecha de biol fue pasando los 60 días, cabe mencionar que los ingredientes utilizados en ambas investigaciones fueron los mismos.

3. Finalmente, los costos de producción en el primer periodo de cosecha en el sistema NFT realizado por (Huanaco & Rosas, 2020) fue de S/. 3,012.05 mientras en el presente trabajo de investigación el costo de producción en el mismo sistema fue de S/. 7,668.80 la diferencia del costo de producción se debe a que en la construcción del sistema NFT en el primer caso se utilizaron menor área y menor cantidad de tuberías para canal de cultivo, mientras en el actual trabajo se utilizó 122 tuberías de 4" en un área de 124.80 m², además se concluye que la utilidad neta en sistema NFT es mucho mayor que el cultivo tradicional.

Indicadores de VAN, TIR y R b/c en el cultivo de lechuga en sistema hidropónico NFT

Tabla 5.

Indicadores de VAN, TIR y Rb/c del proyecto

Indicadores en la producción de lechuga en sistema hidropónico NFT				
Año	Ingresos	Egresos	Tasa descuento (K)	Flujo - Efectivo
0	S/ 0	S/ 7,668.80		-S/ 7,668.80
1	S/ 7,866.25	S/ 2,263.56		S/ 5,602.69
2	S/ 7,866.25	S/ 2,263.56		S/ 5,602.69
3	S/ 7,866.25	S/ 2,263.56	0.05	S/ 5,602.69
VP (Ingresos)	S/ 21,421.75			
VP (Egresos)	S/ 13,833.04			
R b/c	1.55			
VAN	S/ 7,588.71			
TIR	52%			

CONCLUSIONES

1. Se diseñó un sistema de riego hidropónico NFT utilizando el programa civil 3D, posterior a ello se construyó la estructura del sistema NFT dentro de un invernadero tipo capilla en un área de 124.80 m² con un costo de S/. 7,668.80 para así tecnificar, automatizar y mejorar la producción de lechugas de las familias que se dedican a este rubro. Además, se realizó los cálculos hidráulicos del sistema hidropónico con el programa HCanales y aplicando fundamentos de hidráulica en tuberías, de la cual se concluye que la velocidad obtenida es de 0.09 m/s en la tubería de distribución que funciona por bombeo se encuentra dentro del rango permisible de 0.6 m/s – 2 m/s. Así mismo, la velocidad obtenida del canal del cultivo de 0.969 m/s y las velocidades de 1.0746 m/s en las tuberías colectoras que funcionan como canal se encuentran dentro del rango permisible de 0.6 m/s - 5 m/s no permitiendo depósitos ni erosiones, garantizando el correcto funcionamiento del sistema las tuberías y el transporte del fluido de un punto a otro; por lo tanto, el diseño del presente proyecto permite optimizar de forma adecuada la eficiencia de los recursos hídricos en la comunidad de Allpachaca, debido a que se tiene mayor eficiencia en el uso del agua con esta técnica de riego.
2. Se elaboró el biol como un foliar orgánico y se utilizó en el presente trabajo de investigación para la mejora de la producción de lechuga en el sistema NFT; la preparación de la solución nutritiva se realizó de la siguiente manera: por cada 10 litros de agua se le añadió un litro de biol, por ende para el presente proyecto se requirió de 470 litros de agua y 52 litros de biol dando un total de 522 litros de solución nutritiva mezclados en un pozo y desde allí con el uso de una bomba se inyectó hacia los canales de cultivo a cada 20 minutos por un periodo de 5 minutos. Con este proyecto se reforzó el uso como alternativa ecológica en la actividad agropecuaria.
3. Se llegó a comparar los costos de producción entre el sistema de cultivo tradicional y el sistema hidropónico NFT, en la que se concluye que la inversión inicial es elevada en el sistema NFT, sin embargo, esta se recupera desde la segunda campaña y la utilidad se triplica.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Díaz, L. (2017) Plasencia “elaboración de abono orgánico (Biol) para su utilización en la producción de alfalfa (*Medicago Sativa* V. *Vicus*) en Cajamarca”
- Herrera, L. (1999) «Manejo de la Solución Nutritiva en la producción de tomate en hidroponía,»
- Rodríguez, R. (2016) «Rendimiento y calidad de tomate en sistemas hidropónicos,» revista Mexicana de Ciencias Agrícolas
- Sánchez, A. (2013) Automatización y control de un sistema NFT para cultivos Hidropónicos, Universidad Ricardo Palma.
- PESEM - MINAGRI, (2015) Sectorial de Planeamiento Estratégico del Sector Agricultura y Riego, <https://www.minagri.gob.pe>.
- Beltrano, J. (2015) Cultivo en Hidroponía, La Plata: Universidad de La Plata.
- Pastor, N. (1999) «Utilización de sustratos en viveros,» Terra Latinoamericana, vol. XVII.
- Rivera, L. (2018). La agencia de los pozos subterráneos y la geografía histórica del distrito La Yarada-Los Palos, Tacna "[Tesis de pre-grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12327>
- FONCODES, (2014). Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus. Lima, Perú.
- Bautista, R. (2009). Diseño de dos sistemas de riego automatizados para invernadero rural. [Tesis de pre-grado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5224>
- Carrasco, G. (2015). Manual Técnico La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante. ("NFT"). Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/277012808>
- Rocha, A. (2007). Hidráulica de Tubería y Canales. Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <https://luisalderonf.files.wordpress.com/2012/01/hidraulica-de-tuberias-ycanales.pdf>
- Villón, M. (2003). Hcanales-Manual del Usuario. Editorial Tecnológica del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/209407538/29-Manual-Hcanales>.
- Zárate, M. (2014). Manual de Hidroponía. Instituto de Biología. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.pdf