

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Biohuertos Hidropónicos usando el sistema “NFT” tipo
piramidal para abastecer la demanda de consumo de hortalizas
en estiaje y heladas en la sierra peruana**

Por:

Nelson Marino Oloya Sanchez
Jimmy Alfredo Quispe Pizarro

Asesor:

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

Lima, julio de 2020

ANEXO 07 DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: ***“Biohuertos Hidropónicos usando el sistema “NFT” tipo piramidal para abastecer la demanda de consumo de hortalizas en estiaje y heladas en la sierra peruana”*** constituye la memoria que presenta las estudiantes **Oloya Sánchez Nelson Marino y Quispe Pizarro Jimmy Alfredo** para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Ambiental la cual ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en *Lima*, a los *19 días* de agosto del año 2020.



Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....30..... día(s) del mes de.....julio.....del año ..2020.. siendo las....11:30....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):
Ing. Orlando Alan Poma Porras.....,el(la) secretario(a):
Mg. David Andres Sumire Quenta..... y los demás miembros:
Ing. Josue Isac Carrillo Espinoza, Mg. Javier Raúl Condor Huamán.....
y el(la) asesor(a) Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga
 con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: Biohuertos Hidropónicos usando el sistema "NFT" tipo piramidal para abastecer la demanda de consumo de hortalizas en estiaje y heladas en la sierra peruana.....

de los (las) egresados (as): a) Nelson Marino Oloya Sanchez.....
b) Jimmy Alfredo Quispe Pizarro.....
conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en
Ingeniería Ambiental.....
(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando.....a los.....candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por.....los.....candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Nelson Marino Oloya Sanchez.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	16	B	Bueno	Muy Bueno

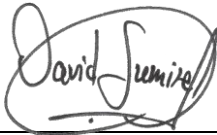
Candidato/a (b): Jimmy Alfredo Quispe Pizarro.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	16	B	Bueno	Muy Bueno

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó.....a los.....candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a




Secretario/a

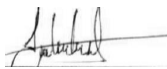
Asesor/a

Miembro

Miembro



Candidato/a (a)



Candidato/a (b)

Biohuertos Hidropónicos usando el sistema “NFT” tipo piramidal para abastecer la demanda de consumo de hortalizas en estiaje y heladas en la sierra peruana

HYDROPONIC BIO-GARDENS USING THE PYRAMID-TYPE “NFT” SYSTEM TO SUPPLY THE CONSUMPTION DEMAND FOR VEGETABLES IN DRY SEASON AND FROST IN THE PERUVIAN HIGHLANDS

Oloya Sánchez Nelson Marino Quispe Pizarro Jimmy Alfredo**
a Universidad Peruana Unión Facultad de Ingeniería y Arquitectura b, EP
Ingeniería Ambientalc Lima, Perú*

Resumen

El cultivo en hidroponía, es una estrategia para el manejo de plantas, que permite su desarrollo sin suelo. aprovechando espacios o áreas infértiles, siempre viendo que tengan las plantas, luz solar, ambientes cálidos, agua y nutrientes. El objetivo de este estudio de revisión es describir la importancia de los biohuertos hidropónicos usando el sistema NFT tipo piramidal para abastecer la demanda de consumo de hortalizas en estiaje y heladas en la sierra peruana. Para dar solución a esta problemática ambiental es necesario aplicar nuevas tecnologías de cultivo implementando un sistema hidropónico tipo piramidal es una tecnología eficaz, económicamente viable y ambientalmente sostenible. El sistema NFT consiste en la recirculación del agua permitiendo minimizar entre 50 y 70% de agua disponible para la planta. Logrando una mayor producción en un área menor, obteniendo hortalizas (lechuga, acelga, perejil) de mejor calidad, libre de patógenos y en tiempo menor a la agricultura tradicional.

Palabras claves: hidroponía, estiaje, heladas, biohuertos, sistema (NFT).

Abstract

The cultivation in hydroponics, is a strategy for the management of plants, which allows their development without soil. taking advantage of infertile spaces or areas, always seeing that they have plants, sunlight, warm environments, water and nutrients. The objective of this review study is to describe the importance of hydroponic bio-gardens using the pyramid-type NFT system to supply the consumption demand for vegetables in dry season and frost in the Peruvian highlands. In order to solve this environmental problem, it is necessary to apply new cultivation technologies by implementing a pyramid-like hydroponic system, which is an efficient, economically viable and environmentally sustainable technology. The NFT system consists of the recirculation of water allowing to minimize between 50 and 70% of available water for the plant, achieving greater production in a smaller area, obtaining better quality vegetables (lettuce, chard, parsley), free of pathogens and in less time than traditional agriculture.

Key words: hydroponics, low water, frost, green gardens, system (NFT).

1. Introducción

Las hortalizas, son uno de los alimentos más indispensables en nuestra alimentación. (Chávez & Melgar, 2016) Estas aportan poca energía y son ricas en fibra, vitaminas y minerales, además poseen fitonutrientes tales como flavonoides, Carotenoides, luteína, terpenos, antocianinas y sulfurorafanos los cuales ofrece protección frente a enfermedades degenerativas contribuyendo a una menor vulnerabilidad y mayor calidad de vida. (Chávez et al 2015)

Fernando et al., (2019) indica que la alternativa de solución para la falta de siembra de hortalizas por las fuertes heladas y épocas de estiaje son los cultivos hidropónicos ya que es un proceso productivo intensivo de mayor rendimiento, complejidad y futuro en la agricultura mundial, esta técnica en términos generales consiste en el cultivo de determinados productos sin la utilización de suelos; una de las técnicas hidropónicas más utilizadas por las empresas agrícolas es el sistema Nutrient Film Technique (NFT).

Cajo ,(2016) Menciona que en la actualidad los suelos han perdido su fertilidad debido a tres factores como son: Físicos; refiriéndose a suelos endurecidos o rocosos que impiden el desarrollo de raíces, baja retención de humedad en el caso de los suelos arenosos(Ábalos, 2016) , Químicos: debido a la presencia de elementos tóxicos para la planta en el suelo como son el aluminio y el níquel que se encuentran presentes en los distintos pesticidas, suelos extremadamente salinos, ácidos y alcalino (Salcedo & Guzman, 2014), y por ultimo biológicos: relacionado a la presencia de patógenos en el suelo como nematodos, hongos, insectos (Troncoso & Guija, 2013)

La problemática que afronta el Perú es la demanda alimenticia existente; hecho que se ve por la escasez de suelos agrícola, riesgos naturales y climáticos que interrumpen el desarrollo de los cultivos y reducen la productividad. (Vallejo & Alvarado, 2015).

El cultivo de hortalizas en el Perú está muy relacionado al paquete tecnológico en el cual predomina todavía el uso intensivo de agroquímicos que no son saludables. (Lema, 2015)

En el Perú los últimos diez años el impacto generado por las bajas temperaturas se ha venido incrementando en nuestro país. Según (CENEPRED, 2018), los fenómenos vinculados a las heladas y el estiaje están causando graves daños a la población, así como a cultivos y animales. Tales efectos tienen relación directa con el mayor número de días en los que se presentan temperaturas extremadamente bajas (Flores, 2018).

2.Hidroponía

La Hidroponía es una metodología que ayuda al cultivo de las plantas sin tierra en un medio acuoso y permite producir plantas principalmente de tipo herbáceo en estructuras simples utilizando espacios como azoteas, suelos infértiles, terrenos rocosos, invernaderos climatizados, lugares de baja temperatura, etc. (Beltrano & Gimenez, 2015)

Desde esta noción nacen técnicas que se apoyan en sustratos (medios que sostienen a la planta), o en sistemas con aportes de soluciones de nutrientes estáticos o recirculantes, sin descuidar las necesidades de la planta como la, humedad, temperatura agua y nutrientes. La hidroponía proviene del griego HIDRO (agua) y PONOS (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua. (Beltrano & Gimenez, 2015)



Imagen 1: Sistema Hidropónico tipo piramidal
Fuente: (Propia)

2.1. Técnicas hidropónicas

Según Beltrano, (2015) Las técnicas de producción en hidroponía se aplican en función del medio que se desarrolla el sistema radical de las plantas las cuales son: técnicas en medio líquido dentro de éstas se ubican a las técnicas en película nutritiva (NFT).

2.2. Biohuerto Hidropónico

Son una técnica para cultivar plantas sin usar tierra, simplemente con agua y usando un medio inerte como sustrato, al que se aplica una solución de nutrientes que posee la mayoría de nutrientes vitales para que la planta se desarrolle (Marulanda & Izquierdo, 2013).



Imagen 1. Biohuerto Hidropónico
Fuente: (Propia)

Tabla 1:*Ventajas del sistema hidropónico para el cultivo de las Hortalizas*

VENTAJAS	
<ul style="list-style-type: none"> • DISMINUIR DE COSTOS DE PRODUCCIÓN CONSIDERABLEMENTE. 	<ul style="list-style-type: none"> • No es parte de los riesgos de erosión que se presentan en el suelo.
<ul style="list-style-type: none"> • ES INDEPENDIENTE DE LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la producción en zonas áridas o frías.
<ul style="list-style-type: none"> • PRODUCCIÓN DE COSECHAS FUERA DE ESTACIÓN (TEMPORADA). 	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtiene uniformidad de tamaño en los cultivos.
<ul style="list-style-type: none"> • NECESITA MENOR ESPACIO Y CAPITAL PARA UNA MAYOR PRODUCCIÓN. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consiente ofrecer mejores precios en el mercado.
<ul style="list-style-type: none"> • AHORRO DE AGUA (AGUA RECICLADA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a contribuir con la solución del problema respecto a la conservación de los recursos.
<ul style="list-style-type: none"> • NO REQUIERE PLAGUICIDAS NI FERTILIZANTES. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un sistema adaptable a los conocimientos, espacios y recursos.
<ul style="list-style-type: none"> • NO NECESITA MAQUINARIA AGRÍCOLA. 	<ul style="list-style-type: none"> • No necesita de abono orgánico.
<ul style="list-style-type: none"> • MAS LIMPIEZA E HIGIENE DESDE LA SIEMBRAS HASTA LA COSECHA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requieren nutrientes naturales y limpios.
<ul style="list-style-type: none"> • CULTIVO LIBRE DE MICROORGANISMOS TERMO TOLERANTES, Y DE CONTAMINACIÓN. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede cultivar en áreas que es casi imposible cultivar
<ul style="list-style-type: none"> • RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN EN POCO TIEMPO. 	<ul style="list-style-type: none"> • Brinda posibilidad de automatización casi completa.
<ul style="list-style-type: none"> • PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS EN POCO TIEMPO. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda disminuir la contaminación.

Fuente (Economía et al., 2017)

Tabla 2:*Desventajas del sistema hidropónico para el cultivo de las Hortalizas*

DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Elevados costos de producción e instalación inicial. • Desconocimiento del manejo agronómico. • Falta de experiencia de soluciones nutritiva.

Fuente:(Economía et al., 2017)

3. Hortalizas sembradas en el sistema hidropónico

3.1. Lechuga

(*Lactuca sativa* L) conocida como la lechuga es la hortaliza de hoja más conocida por su alta calidad culinaria. Pertenece a la familia de las Compuestas. Se siembra en todo el mundo bajo diferentes sistemas de cultivo, bajo invernadero, al aire libre en suelo y también en hidroponía. Es la primera hortaliza de hoja cultivada en el sistema "NFT", lo cual se obtienen lechugas de calidad y saludables en varias cosechas al año. (Beltrano & Gimenez,

2015)

3.2. Desarrollo de las plantas

En las pruebas realizadas en el sistema NFT del Campo de Prácticas Docentes e Investigación Agropecuaria, se pudo cosechar en 49 días; obteniendo lechugas con pesos de 217 g y diámetro de 42,5cm, así como también se experimentó cosechar lechugas a los 60 días, y se pudo lograr pesos y tamaños mayores. (Peralta & Morales, 2014)

Curay, (2016) En el sistema hidropónico se cosecha nueve veces más frutos que la de campo, con un rendimiento de 55.6 kg/m². Y no sólo eso al considerar la eficiencia del cultivo en el uso de agua, la producción hidropónica fue de “38.2 gramos de Lechuga por litro de agua consumido, frente a 7.4 gramos a campo abierto.”

3.3. Perejil

El perejil es una planta muy conocida a nivel mundial, por su aroma ya que además de tener un sabor y un aroma muy peculiar, tiene grandes propiedades nutritivas y medicinales. Esta planta se adapta al sistema de NFT y pertenece a la familia de las Umbelíferas se caracteriza por ser una hierba que presenta hojas con forma triangular y una coloración verde intensa, además puede alcanzar hasta el metro de altura. (Troncoso & Guija, 2013)

3.4. La Acelga

La acelga es una hortaliza muy conocida y es una de las plantas más verdes con hidratos de carbono, proteínas y grasas, dado que en su mayoría su peso es por su gran contenido en agua. Lo cual es muy adaptable al sistema de NFT. (Marulanda & Izquierdo, 2013). Esta hortaliza es poco energética, aunque constituye un alimento rico en nutrientes reguladores, como ciertas vitaminas, sales minerales y fibra entre otros. Es una de las verduras más abundantes en folatos con cantidades sobresalientes de beta-caroteno (provitamina A) y discretas de vitamina C. Sus hojas verdes más externas son las más vitaminadas. (Pacheco & Quiroga, 2018)

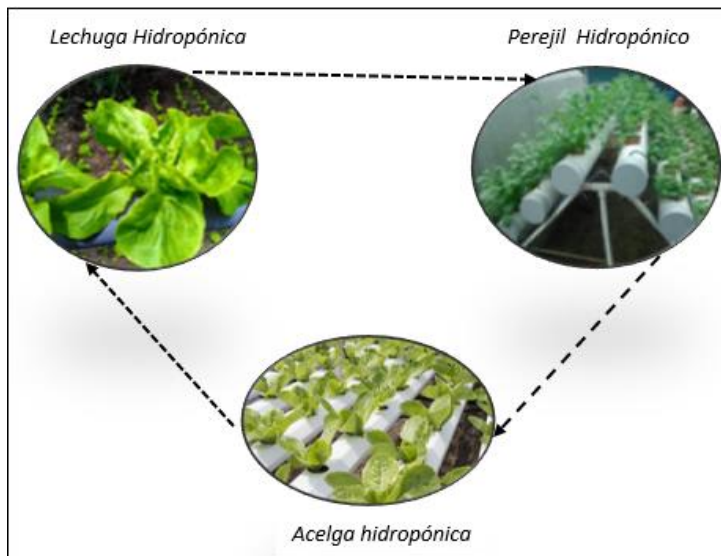


Imagen 2: Hortalizas hidropónicas

Fuente: (Propia)

4. Sistema NFT (Nutriente Film Technique) o Recirculante:

Es un sistema muy significativo para el cultivo en agua, que consiste en la recirculación continua de una solución nutritiva a través de unos canales de cultivo, donde se desarrollan las raíces de las plantas, permitiendo mantener una capa de solución nutritiva en estos en forma intermitente. (Brenes & Jimenez, 2016)

Según Carrasco, (2018) este sistema, se utilizó en el año 1970 en Inglaterra y consiste en una técnica de la película de nutriente recirculante, el cual es muy usada en el mundo, desde esa época para cultivar de hortalizas ya sea usando un invernadero en lugares fríos o al aire libre en zonas cálidas..



Imagen 3: *Cresimiento de hortalizas en sistema NFT*
Fuente: (Propia)

4.1. Etapas del Sistema NFT señalamos

Rodriguez, (2019) menciona que para el desarrollo de la hidroponía se debe utilizar los módulos de NFT en forma piramidal que constituyen de las siguientes etapas.

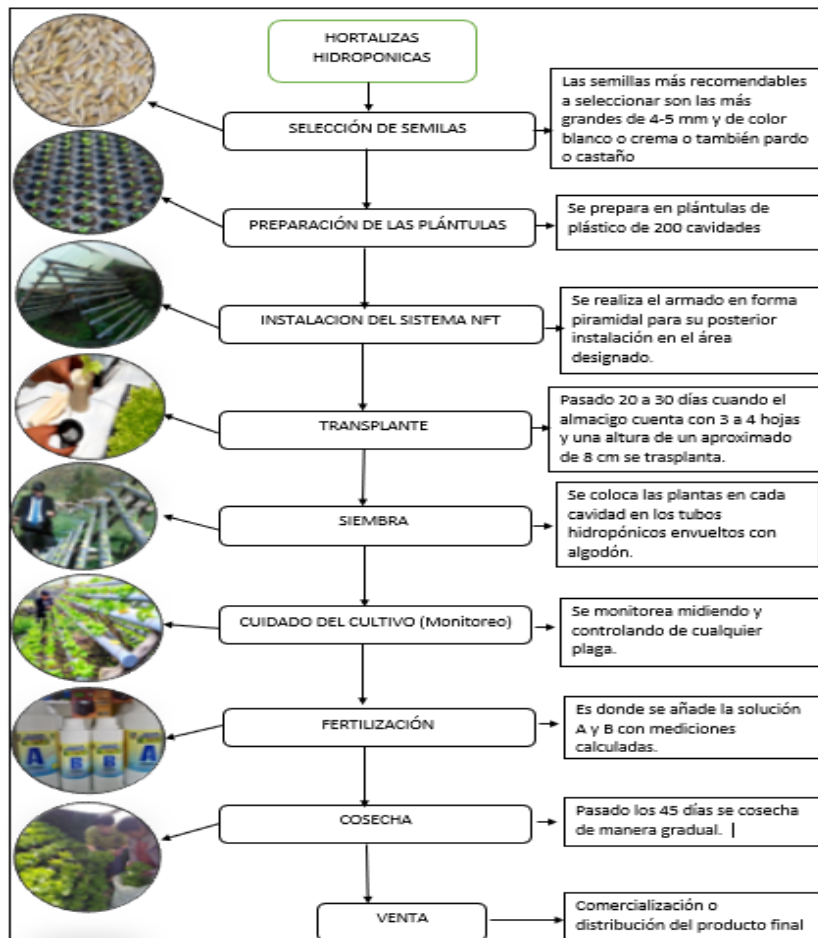


Imagen 4: *Flujograma hidropónicos de hortalizas en el sistema NFT*
Fuente: (Propia)

4.2. Raíz flotante:

Es un sistema donde las raíces de las plantas flotan sobre una mezcla de agua y una solución concentrada de nutrientes, la cual se sostiene por espuma Flex o láminas de “duoport”(Ortiz, 2017). Se pueden acelerar su tiempo de desarrollo y maximizar el espacio de la instalación, así mismo es importante tener precaución en el pH y la conductividad de la solución nutritiva.(Rene Garcia, 2011).

5. Nutrientes requeridos por las plantas.

Adicionalmente de la energía solar, el agua y el CO₂, la planta necesita diversos elementos minerales que le son muy importantes para su desarrollo. Así como Nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio, hierro, cloro, cobre, manganeso, molibdeno, boro y zinc (Lorenzetti et al., 2012).

5.1. Nitrógeno (N) En la hidroponía la mayoría del nitrógeno se utiliza como a nitratos. El amonio en la mayoría se requiere como fuente suplementaria ya que en una alta concentración de este ion puede causar daños severos a las plantas.(Beltrano & Gimenez, 2015)

5.2. El Fósforo (P): fosfato de amonio y fosfato diatómico son más fáciles de disolver que fosfato de calcio simple y el superfosfato de calcio triple, proporciona nitrógeno amoniacal. El ácido fosfórico es una fuente que reemplaza al fósforo, se usa para controlar el pH, suplementando del ácido sulfúrico, se utiliza como solución débil.(Guzmán, 2017)

5.3. Potasio (K): Sus principales fuentes son nitrato de potasio y sulfato de potasio es barato y fácil de obtener, proporciona también azufre. Se puede usar también cloruro de potasio, pero se debe tener cuidado que no se eleve el contenido de cloro de la solución ya que puede ocasionar toxicidad a las plantas.(Guzmán, 2017)

5.4. Calcio (Ca): La fuente principal de calcio es nitrato de calcio muy soluble pero no se puede conseguir en el mercado como fertilizante comercial. Superfosfato simple y triple proporcionan una buena cantidad de calcio, pero es difícil de diluir. El sulfato de calcio (yeso) es rápido en diluir, tiene bajos costos y fácil de conseguir. El cloruro de calcio se recomienda como fuente suplementaria, porque eleva el contenido de cloro en la solución (Rodríguez, 2019)

5.5. El azufre (S): Se usa en las plantas en forma de sulfatos. Las plantas presentan límites de resistencia amplia para el azufre, por lo tanto, no se contabiliza al hacer la dosis nutritiva casi nunca se contabiliza se considera que siempre queda dentro de los límites correspondientes. Sus principales fuentes son sulfato de potasio, sulfato de magnesio y superfosfato.(Castañeda, 2010)

5.6. Magnesio (Mg): La principal fuente es sulfato de magnesio la cual es usado exclusivamente en la hidroponía como fuente de magnesio debido a su solubilidad, bajo costo y accesibilidad. El nitrato de magnesio es caro y dificultoso conseguir en el mercado que el sulfato de magnesio.(Beltrano & Gimenez, 2015)

6. Solución nutritiva

Según corrales et al, (2018) La solución nutritiva contiene todos los nutrientes necesarios para que las plantas se desarrollen adecuadamente en un tiempo esperado, según las prácticas de cultivo y de comercialización aceptadas en el mercado al que se destine. Partiendo del caso experimentado en el CPDIA, se recomienda dejar las plantas 24 horas en agua recirculante después del trasplante para evitar el estrés en el sistema radicular, y luego iniciar la adición de la solución nutritiva en una concentración baja (no mayor de 1,2 mS/cm³), para aumentarla paulatinamente hasta una concentración de 1,5mS/cm³ y mantenerla durante la mayor parte de la etapa de desarrollo de la planta; puede elevarse hasta 1,8 mS/cm³ hacia la última semana antes de cosecha.(Ordoñez et al., 2018)

Tabla 3:
Datos para la formulación de 10 l de solución

Solución madre (por cada 10 litros de agua)	A Solución madre B (por cada 2 litros de agua)
340 g fosfato monoamónico (12-60-0)	220 g sulfato de magnesio
2080 g de calcio	12 ml de metalosato de hierro
1100g de nitrato de potasio	12 g de nutrientes menores (Fetrilon Combi 1 ®)
	1,2 g de ácido bórico

Fuente: (Peralta & Jimenez, 2016)

6.1. Calidad del agua y la solución nutritiva.

La dosis de solución nutritiva está compuesta de nutrientes minerales y agua, de ella depende la alimentación y el buen desarrollo de las plantas y su óptimo crecimiento, así mismo al utilizar el agua potable en el sistema hidropónico se debe considerar que las altas concentraciones de cloro causan complicaciones por toxicidad en el desarrollo de las plantas. Conocer la temperatura de la solución es un punto muy importante y crítico. Si la solución es muy fría, la tasa metabólica de la raíz baja y la absorción de nutrientes también. Esto tiene un efecto de retraso en el desarrollo de las plantas por debajo de lo deseado. También existen problemas cuando la temperatura es muy alta y esto dificulta la absorción mineral. (Judith et al., 2017) indican que El mejor rango de temperatura está entre 18 y 25 °C para la mayoría de los cultivos hidropónicos.

Según Herrera, (2015) la hidroponía es más frecuente para la producción de hortalizas, por su potencialidad de ahorro de hasta 50 a 70% de agua disponible a las plantas, ya que las tasas de evaporación, escurrimiento superficial y percolación son significativamente reducidas.

6.2. La Duración y cambio de la Solución Nutritiva

El tiempo de vida útil de la solución depende principalmente de la cantidad de iones que no son utilizados por las plantas. El tiempo de vida media de una solución nutritiva que haya sido ajustada por medio de análisis semanales suele ser de dos meses. En caso de no efectuarse dichos análisis (C.E. y pH) es recomienda un cambio total de la solución nutritiva entre las cuatro o seis semanas. (Lacarra García, 2011).

6.3. Parámetros Principales usados para determinar la calidad del agua

6.3.1. La Conductividad Eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica indica el contenido de sales en la solución. El rango de conductividad eléctrica para el adecuado crecimiento de los huertos hidropónicos se encuentra entre 1,5 a 2,5 ms/cm². Se recomienda realizar esta evaluación por lo menos una vez por semana en las etapas de post-zalmácigo y trasplante definitivo. (Rodríguez, 2019)

En los sistemas Recirculante, la concentración de la dosis nutritiva del sistema depende de la concentración de sales que tiene la solución de entrada. Si la concentración de nutrientes de la solución de entrada es más alta que la concentración de nutrientes de la solución nutritiva que la planta está absorbiendo, entonces entra más nutrientes al sistema, aumentando la concentración de sales en la solución del sistema. En algunos casos se requerirá agregar más agua, lo cual evitará que se eleve la conductividad eléctrica. Sin embargo, si la acumulación de las sales en la solución nutritiva de entrada es menor que la que está absorbiendo la planta, entonces la concentración de sales en la solución nutritiva del sistema disminuye. Se recomienda que no sea mayor de 2.0 ms/ cm² y en verano, no mayor de 1.5 ms/cm². (Martinez, 2011).

6.3.2. Potencial de Hidrogeno (PH)

El pH indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución. Si una solución es acida su valor es menor a 7, si es alcalina su valor es mayor a 7 y si es neutra su valor es de 7. La disponibilidad de nutrientes varía de acuerdo al pH de la Solución Nutritiva, por ello es recomendable mantenerlo dentro de un rango que va de 5,5 a 6,5.(Ordoñez et al., 2018)

El pH de una solución es muy imprescindible para controlar la cantidad de sales presentes en los fertilizantes, se considera como un pH óptimo 5,8, para el crecimiento de la lechuga, aunque también son aceptables rangos de 5,6 a 6,0 (Carrasco, 2018).

6.3.3. Oxígeno Disuelto (OD)

La falta de oxígeno produce la fermentación de la solución y como resultado la pudrición de la raíz, originada por la aparición de microorganismos como hongos y bacterias. Una raíz sana y bien oxigenada debe ser de color blanquecina de lo contrario el color oscuro denotará la muerte del tejido radicular (Martinez, 2011) La carencia del oxígeno disuelto en la solución disminuirá el proceso de respiración, causando un serio daño a la planta, por lo cual se recomienda para el cultivo de lechuga mantener las concentraciones por encima de los 4 ppm teniendo como recomendación los 8 ppm (Carrasco, 2018) Los ápices radiculares poseen una gran demanda de energía para la producción y crecimiento celular, por lo tanto, son más vulnerables a la carencia de oxígeno, además puede existir una carencia de calcio, sobre todo en las partes más nuevas de la planta, debido a que este elemento no se mueve rápido de las partes más viejas a las más nuevas de la planta (Martinez, 2011)

7. Fenómenos ambientales que afectan los cultivos Hidropónicos

7.1. Heladas.

La helada es un fenómeno atmosférico que ocurre cuando la temperatura del aire, espesa en las cercanías del suelo, desciende por debajo de 0 De otro lado, existen especies tropicales, como el caucho y el cacao, que sufren del frío a temperaturas marcadamente superiores a 0°C. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el Sol.(Gómez, 2010)

Tabla 4:

Lugares del Perú más afectados por las heladas

N°	departamentos	provincia	distrito	fenómeno
01	puno	12	68	heladas
02	Apurímac	5	18	heladas
03	Arequipa	5	18	heladas
04	Ayacucho	3	5	heladas
05	Cusco	9	39	heladas
06	Huancavelica	4	13	heladas
07	Huánuco	4	5	heladas
08	Junín	3	5	heladas
09	Lima	2	9	heladas
10	Moquegua	2	4	heladas
11	Pasco	1	2	heladas
12	Piura	2	2	heladas
13	Tacna	3	5	heladas
Total		55	193	

Fuente:Carrasco,(2018)

7.2. Estiaje

(Flores, 2018) dice que el estiaje se da es el nivel de caudal mínimo que alcanza un río o laguna en algunas épocas del año, debido principalmente a la sequía. El término se deriva de estío o verano, debido a que, en la región del Mediterráneo, el estío es la época de menor caudal de los ríos debido a la relativa escasez de precipitaciones en esta estación.(Pardo, 2013) Nos indica que, en el 2011, épocas de estiaje (sequia) afectaron a los departamentos de Arequipa, Cajamarca, Lambayeque, Piura, La Libertad, Lima, Moquegua, Tacna, Amazonas, Huánuco, San Martín, Junín y Puno. Consecuencias de la sequía son la pérdida de cultivos, mortandad pecuaria, proliferación de plagas y enfermedades. Ello afecta principalmente a los pequeños productores agrarios, así como a las poblaciones urbanas, y la producción de energía eléctrica.

8. Invernadero para cultivo hidropónico

8.1. Fito toldo

Es una estructura usada como un invernadero que ayuda a mejorar la calidad alimentaria de las familias expuestas a bajas temperaturas, así mismo ayuda ahorrar tiempo y dinero, visto a que se podrían cultivar en el patio de su hogar, todo tipo de hortalizas. Y estas son las ventajas de Fito toldos:(Estrada Paredes, 2012)

- Permite almacenar calor y a la luz del sol.
- Mantiene los sembríos en buen estado respecto a los fenómenos del clima.
- Su temperatura se mantiene con una ventilación cotidiana por las ventanas.
- Necesita de riego cada dos o tres días.
- Se puede construir con materiales existentes en la región, adobe palos etc.

(CENEPRED, 2018) menciona que Puno es la región más vulnerable a heladas. Debido a ello hay problemas en el desarrollo agrícola. MINAGRI ratifica que la helada es uno de los factores que obstaculiza la producción agrícola en el altiplano. De igual manera Lilian Transmonte Soto menciona que las heladas afectan la agricultura significativamente

Mientras Carrasco,(2018)En su libro: Sugiere El sistema (NFT) recirculante de invernadero que tiene las características, sobresalientes frente a este problema.

Por otro lado (Rodriguez, 2019) propone utilizar los módulos Hidropónicos de NFT en forma piramidal con aireación para el desarrollo de la agricultura (Tlahque, 2011) da a conocer que este sistema NFT recirculante es una nueva opción de contribución en la agricultura.

Chavez, (2015), indica que, en sistemas recirculantes, la concentración de la solución nutritiva del sistema depende de la concentración de sales que tiene la solución de entrada o solución nueva

Beltrano & Gimenez, (2015) en la solución nutritiva existen problemas cuando la temperatura es muy alta y esto afecta la absorción mineral. El mejor rango de temperatura está entre 18 y 25°C como temperatura mínima sería 17,6 °C y menciona que la temperatura de la solución nutritiva debe estar dentro del rango correcto.

Martínez et al.,(2010)Afirma que el rango de conductividad eléctrica de 1,5 – 2,0 mS/ cm² como el más adecuado para el cultivo y recomienda que la conductividad eléctrica no sea mayor de 2.0 mS/cm² y en verano, no mayor de 1.5 mS/cm².De manera análoga a la CE, el pH es un parámetro que nos indica la calidad de la solución nutritiva la cual también debe ser renovada cada dos semanas en verano, mientras que en invierno cada tres o cuatro semanas.

Chavez, 2015), desarrollaron para su trabajo de investigación tres sistemas hidropónicos en la producción de lechuga alcanzando un promedio de 24,23 cm y 146,00 y 138,44 gramos de peso fresco respectivamente a los 33 DDT (Días después del trasplante)

Chávez, (2016) implementó para su trabajo de investigación un sistema NFT de doble piso para la producción de lechuga consiguiendo la mayor altura de 17,32 cm y el mayor peso fresco 89,35 gramos a los 35 DDT. (Días después del trasplante). Esto debido a los diferentes espacios con climas distintas Según ((Rodriguez, 2017)La mayor rentabilidad neta estimada para una producción de hortalizas hidropónica

es en sistema NFT recirculante tipo piramidal en donde se obtuvo con aireación pasiva alcanzando el 38% y teniendo un ingreso neto de S/. 1424,28 en un área de 100 m² luego de un periodo de 5 semanas.

Conclusiones

El sistema NFT de producción hidropónica recirculante de tipo piramidal es el que más se adapta a la producción intensiva de hortalizas usando Fito toldos (invernadero), que permita mantener temperaturas entre 17°C y 25°C para el desarrollo de los biohuertos en la sierra peruana.

En el Sistema hidropónico existe una producción nueve veces más que la de campo. Es decir que si en un m² de cultivo convencional produce 1 kg en el cultivo hidropónico produce 9 kg.

La reducción del espacio de suelo cultivable, la menor disponibilidad de agua saneada para el riego y el aumento de las exigencias del mercado en calidad y sanidad de las hortalizas de hoja como la lechuga, Acelga y perejil han hecho que las técnicas hidropónicas de cultivo tengan cada vez mayor aceptación.

Mediante el estudio se pudo determinar que la producción no es perjudicial para el ambiente devolviendo parte de lo que utiliza de los recursos, Se puede instalar en cualquier parte del país ya que se puede adaptar a las condiciones climáticas a través del uso de fito toldos como invernaderos en zonas con temperaturas menor a 18°C.

Referencias

- Abalos, J. (2016). PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L), BAJO EL SISTEMA NFT, CON TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS. 102.
[http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136 Ingeniería Agronómica -CD 413.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20413.pdf)
- Angel Rene Garcia. (2011). Validación de cinco sistemas hidropónicos para la producción de jitomate (*lycopersicum esculentum* mill.) Y lechuga (*lactuca sativa* l.) En invernadero. 63.
- Angel René Lacarra García, C. G. S. (2011). HIDROPÓNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE JITOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill .).
- Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (2015). Introducción al cultivo hidropónico. *Cultivo En Hidroponía*, 1(978-950-34-1258-9), 181.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Brenes-Peralta, L., & Jimenez-Morales, M. F. (2016). Manual de producción hidropónica para hortalizas de hoja en sistema NFT (Nutrient Film Technique). 26.
<http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6581/manual-hidroponia-NFT.pdf?sequence=1>
- Brenes-Peralta, L., & Jiménez-Morales, M. F. (2014). Experiencia de producción de lechuga americana (*Lactuca sativa*) hidropónica, tipo NFT. *Revista Tecnología En Marcha*, 27(506), 56.
<https://doi.org/10.18845/tm.v27i0.2015>
- Caminada Vallejo, R., & Rosales Alvarado, S. (2015). El eterno retorno del fenómeno de las heladas en el Perú: ¿Existen adecuadas políticas para combatir dicho fenómeno en el Perú? Universidad de San Martín de Porres – USMP. <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/1784>
- Candia Pacheco, L., & Quiroga Sossa, M. (2018). PRODUCCIÓN DE ACELGA (*Beta vulgaris*) EN SISTEMA VERTICAL A DIFERENTES DISTANCIAS EN AMBIENTE PROTEGIDO. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5, 101–116.
http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5n2/v5n2_a12.pdf
- Carlos Gómez, G. M. (2010). Las heladas en el Perú y el mundo. *Universidad Continental De Ciencias E Ingeniería*, 42. file:///C:/Users/hp/Downloads/Las_heladas_en_el_Peru_y_el_mundo.pdf
- Carrasco, G. (2018). LA EMPRESA HIDROPONICA DE MEDIANA ESCALA: LA TECNICA DE LA SOLUCION NUTRITIVA RECIRCULANTE (“NFT”). *經濟研究*, 1–62.
- Castañeda, F. (2010). Manual De Cultivos Hidropónicos Populares : Producción De.
<file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/artpma-hidroponia.pdf>
- CENEPRED. (2018). ESCENARIO_RIESGOS_PMAHYF_2019-2021.
- Chávez, C., & Melgar, M. (2016). Comparación del efecto sobre la biomasa y tiempo de producción de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa* sp) de una solución estándar frente a un preparado de microalgas. 89. <https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM>
- Chavez, M. (2015). SISTEMA NFT DOBLE NIVEL.pdf.
- Economía, F. D. E., Barberena, S. I., Hidropónico, C., Enrique, R., Luna, R., Licenciatura, D., & Empresas, A. De. (2017). Universidad “dr. josé matias delgado.”
- Estrada Paredes, J. J. (2012). Guía para la construcción de invernaderos o fitotoldos. *FAO Bolivia*, 2, 80.
- Fernando, L., Medina, C., & Andamayo, G. C. (2019). Facultad de Ingeniería y Gestión PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA EN INVERNADERO CON SISTEMA NUTRIENT FILM TECHNIQUE Luis Fernando Carpio Medina.
- Flores, A. P. (2018). 6-Friaje_Heladas.
- Floríndez Chávez, J. M., & Siura Céspedes, S. (2015). EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) PARA PRODUCCIÓN DE LECHUGA MINIATURA Y MADURA BAJO CULTIVO ORGÁNICO. 1–11.
- Francisco Castañeda. (1997).
- Guzman, G. R. R. (2017). SISTEMA DE PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L). folder de 1935s
- Herrera, P. J. (n.d.). Uso eficiente del agua a través de la hidroponía. 2015, 1–3.
- Judith, E., Ramos, N., & Wiyasa, B. T. (2017). Producción hidropónica de lechuga (.
- Lema, D. (2015). EVALUACIÓN DE TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS EN HIDROPONÍA EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) var. *crispa*, EN INVERNADERO, DEPARTAMENTO

DE HORTICULTURA, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO. 57.

<http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/8174/1/13T0853.pdf>

- Lorenzetti, Y., Grillo-Puertas, M., Scaravaglio, O., Cerioni, L., Volentini, S., & Rodríguez, L. (2012). Biorremediación de suelos y aguas conaminadas con cobre. Cepas mutantes de *Escherichia coli* presentan diferente capacidad depuradora del metal. VII Congreso de Medio Ambiente /AUGM, 30. <http://www.congresos.unlp.edu.ar/index.php/CCMA/7CCMA/paper/view/1088>
- Martines, L. A. L. (2011). "Producción de Forraje Verde Hidropónico." 066, 11. http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/pdf/1.pdf
- Martínez, A., Martínez, P., & Rangel, F. (2010). La gestión de residuos sólidos urbanos. Tres recursos metodológicos para su análisis. *Tlatemoani Revista Académica de Investigación*, 2, 4–10.
- Marulanda, C., & Izquierdo, J. (2013). *La Huerta Hidropónica Popular*. Fao, 131.
- Ordoñez, E., Idrogo, E.-I., & Corrales, N. (2018). Soluciones nutritivas para el germinado hidropónico de *Hordeum vulgare*. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(2), 389. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14477>
- Ortiz, S. (2017). Producción y calidad de forraje verde hidropónico de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa*). 1–65.
- Pardo, D. S. (2013). Las condiciones de sequía y estrategias de gestión en el Perú. Informe Nacional del Perú. Lima, Perú. Autoridad Nacional Del Agua. http://www.droughtmanagement.info/literature/UNW-DPC_NDMP_Country_Report_Peru_2013.pdf
- Rodriguez, A. M. M. (2017). UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN.
- Rodriguez, A. M. M. (2019). Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) Hidroponica en sistema recirculante "NFT" tipo Piramidal con tres niveles de Aireacion. 1–82.
- Salcedo, S., & Guzman, L. (2014). *Agricultura familiar en America Latina y el Caribe*.
- Tlahque, J. G. (2011). Produccion Hidroponica De Lechuga con y sin recirculacion de solucion nutritiva.
- Troncoso, L., & Guija, E. (2013). Efecto antioxidante y hepatoprotector del *Petroselinum sativum* (perejil) en ratas, con intoxicación hepática inducida por paracetamol. *Anales de La Facultad de Medicina*, 68(4), 333. <https://doi.org/10.15381/anales.v68i4.1199>