

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

"PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Láctuca sativa* L.) MEDIANTE EL SISTEMA HIDROPÓNICO (Nutrient Film Technique) PARA LA SOSTENIBILIDAD SOCIOECONOMICA AMBIENTAL EN LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS DISTRITO DE UMARI, PACHITEA - HUANUCO - 2019"

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL

TESISTA

Bach. Luz Jhadyra, EVARISTO HUERA

ASESOR

Ing. Heberto, CALVO TRUJILLO

HUÁNUCO - PERÚ

2019



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las...5:0... horas del día...31... del mes de...OCTUBRE... del año...2019..., en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

MG. SIMEÓN EDMUNDO CALIXTO VARGAS (Presidente)

B.º ALEJANDRO RODRIGO DURAN NIEVA (Secretario)

ING. MARCO ANTONIO TORRES MARQUINA (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N°...1223-2019-D-FI-2019..., para evaluar la **Tesis** intitulada:

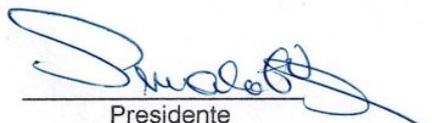
"PRODUCCION DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L.) MEDIANTE EL SISTEMA HIDROPONICO (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) PARA LA SOSTENIBILIDAD SOCIOECONOMICA AMBIENTAL EN LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS, DISTRITO DE UMARI, PACHITEA - HUÁNUCO - 2019"

...", presentada por el (la) Bachiller LUZ SHADYRA, EVARISTO HUENA..., para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental

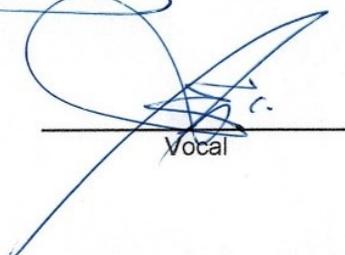
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a)...APROBADO... por...UNANIMIDAD... con el calificativo cuantitativo de...16... y cualitativo de...BUENO... (Art. 47)

Siendo las...17:50... horas del día...31... del mes de...OCTUBRE... del año...2019..., los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Gladis Huera Malpartida, por ser madre y padre, por su amor, trabajo y sacrificio de todos estos años. Gracias a ella pude cumplir mis objetivos. Es un orgullo y me siento privilegiada ser su hija.

A mi hermana Irma Sayuri Evaristo Huera, quien me apoyó en las buenas y en las malas para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, brindándome salud, sabiduría y capacidad en cada momento; por el amor infinito que siempre nos brinda.

A la Universidad de Huánuco, por darme la oportunidad de estudiar y formarme profesionalmente.

A los docentes de la facultad de ingeniería por compartir sus conocimientos y experiencias en mi desarrollo profesional.

A mi madre Gladis Huera Malpartida, por apoyarme en las buenas y en las malas.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	iv
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii

CAPITULO I

1 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2	FORMULACIÓN DE PROBLEMA.....	14
1.2.1	Problema General	14
1.3	OBJETIVOS	14
1.3.1	Objetivo General	14
1.3.2	Objetivos Específicos	15
1.4	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.5	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.6	VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6.1	Viabilidad técnica	16
1.6.2	Vialidad operativa.....	16
1.6.3	Viabilidad económica	17
1.6.4	Viabilidad ambiental	17

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1.1	Antecedentes internacionales	18
2.1.2	Antecedentes nacionales	20
2.1.3	Antecedentes locales	22
2.2	BASES TEORICAS.....	24
2.2.1	Origen de la hidroponía.....	24
2.2.2	Hidroponía.....	24
2.2.3	Técnicas hidropónicas.....	25
2.2.3.1	Descripción del Sistema	26

2.2.3.2	Ventajas y desventajas de NFT (Nutrient Film Technique)	27
2.2.3.3	Desventajas del NFT	28
2.2.3.4	Solución nutritiva	28
2.2.3.5	Solución nutritiva Chavelita	29
2.2.3.6	Rendimiento	29
2.2.3.7	Temperatura	30
2.2.3.8	pH	31
2.2.3.9	Conductividad eléctrica	31
2.2.3.10	La Luz	31
2.2.3.11	El Manejo de la solución nutritiva	32
2.2.3.12	lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	33
2.2.3.13	Origen de la lechuga	33
2.2.3.14	Clasificación taxonómica	34
2.2.3.15	Morfología	34
2.2.3.16	Variedad de lechuga	35
2.2.3.17	Valor nutricional	35
2.2.3.18	Producción de lechugas en el Suelo	35
2.3	DEFINICIONES CONCEPTUALES	36
2.3.1	Sostenibilidad	36
2.3.2	Sostenibilidad económica	36
2.3.3	Sostenibilidad social	37
2.3.4	Sostenibilidad ambiental	37
2.3.5	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	37
2.3.6	Hidroponía	38
2.3.7	Sistema hidropónico, Nutrient Film Technique (NFT)	38
2.3.8	Solución nutritiva	38
2.4	HIPÓTESIS	39
2.4.1	Hipótesis general	39
2.5	VARIABLES	39
2.5.1	Variable independiente	39
2.5.2	Variable dependiente	39
2.5.3	Variable interviniente	39
2.6	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	40

CAPITULO III

3 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	41
3.1.1	Enfoque	41
3.1.2	Método	41
3.1.3	Alcance o nivel	41
3.1.4	Tipo	42
3.1.5	Diseño de la investigación.....	42
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.2.1	Población	43
3.2.2	Muestra	43
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	44
3.3.1	Lugar de ejecución	44
3.3.2	Coordenadas.....	44
3.3.3	Etapas	45
3.3.4	PARA ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	50
3.3.4.1	Encuesta social.....	50
3.3.4.2	Medición de parámetros de control.....	51
3.3.4.3	Cosecha de las lechugas.....	52
3.3.4.4	Sostenibilidad	53
3.3.4.5	Ambiental.....	54

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS

4.1	RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS SOCIOECONÓMICA.	56
4.2	RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA.....	57
4.3	RESULTADOS DE LECHUGAS POR VARIEDAD (SEDA Y CRESPA)	58
4.4	RESULTADO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO	62
4.5	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS. 64	

CAPÍTULO V
5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1	CONSTATACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	65
5.1.1	PARAMETROS FISICOS DE CONTROL DE LA SOLUCION NUTRITIVA.....	65
5.1.2	COMPARACION DE VARIEDADES.....	65
5.1.3	SOSTENIBILIDAD SOCIOECONÓMICA.....	67
5.1.4	SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.....	68
	CONCLUSIONES.....	69
	RECOMENDACIONES.....	70
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	71
	ANEXO.....	74

INDICE DE TABLAS

1	Tabla 1: La fórmula de la solución hidropónica Chavelita.	29
	Tabla 2: Operacionalización de variables.....	39
2	Tabla 3: Esquema de diseño	42
3	Tabla 4: Coordenadas del lugar de ejecución del proyecto	43
4	Tabla 5: Número y tamaño de muestras.....	44
5	Tabla 6: Coordenadas de ubicación de tesis	44
6	Tabla 7: Determinar la encuesta socioeconómica.....	56
7	Tabla 8: Parámetros de control de la solución nutritiva	57
8	Tabla 9: Datos procesados del peso de lechuga.....	58
9	Tabla 10: Análisis de varianza del peso	58
10	Tabla 11: Datos procesados del tamaño de lechugas.	59
11	Tabla 12: Análisis de varianza del tamaño de lechuga	59
12	Tabla 13: Datos de procesados del diámetro de lechuga.....	60
13	Tabla 14: Análisis de varianza del diámetro de la lechuga.....	60
14	Tabla 15: Datos procesados de cantidad de hojas de lechugas. .	61
15	Tabla 16: Análisis de varianza de la cantidad de hojas	61
16	Tabla 17: Costo de producción	62
17	Tabla 18: Cálculo de relación beneficio costo con tasa de interés al 3 %.	63

INDICE DE FIGURAS

18	Figura 2: Construcción del sistema hidropónico	47
19	Figura 3: Almacigo de las semillas de lechuga	47
20	Figura 4:Trasplante al sistema NFT	48
21	Figura 5: desarrollo de las lechugas	49
22	Figura 6: Variedades de lechuga(crespas, seda).....	49
23	Figura 7: Cosecha de las lechugas hidropónicas	50
24	Figura 8: Medición de pH	51
25	Figura 9: Medición de la CE.....	52
26	Figura 10: Cosecha de lechugas.....	53
27	Figura 11. Encuesta socioeconómica.....	56
28	Figura 12: Evaluación del peso de lechugas	58
29	Figura 13: Evaluación del tamaño de las lechugas.....	59
30	Figura 14: Evaluación del diámetro de lechuga.....	60
31	Figura 15: Evaluación de la cantidad de hojas	61

RESUMEN

Esta tesis fue realizada con el fin de evaluar la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) mediante el sistema hidropónico (Nutrient Film Technique) para la sostenibilidad socioeconómica ambiental en la localidad de San Marcos, distrito de Umari, Provincia de Pachitea, Huánuco. Como alternativa de solución al trabajo para las personas de tercera edad y mujeres embarazadas desempleadas.

Se construyó un sistema (Nutrient Film Technique) en la cual se trabajó con un diseño experimental completamente aleatorizado evaluando 2 variedades de lechugas crespa y seda, con 8 repeticiones en una unidad experimental; los resultados fueron comparados mediante el análisis de varianza (ANVA), donde se obtuvo la variedad mejor desarrollada la V1 (crespa) arrojando un promedio superior en lo que concierne al peso 500g; tamaño 24cm; diámetro de la cabeza de lechuga 30,36cm; cantidad de hojas de lechuga 38 hojas a comparación de la V2 (seda) arrojó un promedio del peso 350 g; tamaño 20 cm; diámetro de la cabeza de lechuga 30,23 cm; cantidad de hojas 24 hojas; respectivamente. En efecto, el proyecto es económicamente factible con un VAN de \$9.720,36 y una TIR de 23%, generando ingresos superiores a egresos, \$1,42 en R.B/C. con una ganancia de \$0,42.

La técnica Utilizada fomenta eficiencia e innovación, evita la contaminación de los recursos naturales (agua, suelo y aire) convirtiéndose esta en una agricultura sostenible del futuro.

Palabras claves: Hidroponía, sistema NFT (Nutrient Film Technique) solución nutritiva, sostenibilidad.

ABSTRACT

This thesis was carried out in order to evaluate the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) through the hydroponic system (Nutrient Film Technique) for environmental socio-economic sustainability in the town of San Marcos, Umari District, Pachitea Province, Huánuco. As an alternative work solution for the elderly and unemployed pregnant women.

A system (Nutrient Film Technique) was built in which we worked with a completely randomized experimental design evaluating 2 varieties of cressa and silk lettuce, with 8 repetitions in an experimental unit; the results were compared by means of the analysis of variance (ANVA), where the best developed variety of V1 (cressa) was obtained, yielding a higher average regarding the 500g weight; size 24cm; head diameter of lettuce 30,36cm; amount of lettuce leaves 38 leaves compared to V2 (silk) shed an average weight 350g; size 20cm; lettuce head diameter 30.23 cm; number of sheets 24 sheets; In effect, the project is economically feasible with a NPV of \$ 9,720.36 and an IRR of 23%, generating income exceeding expenses, \$ 1.42 in R.B / C. with a profit of \$ 0.42.

The technique used fosters efficiency and innovation, prevents the contamination of natural resources (water, soil and air), becoming a sustainable agriculture of the future.

Keywords: Hydroponics, NFT system (Nutrient Film Technique) nutritive solution, sustainability.

INTRODUCCIÓN

El desempleo de forma global es frecuente, en relación al mercado laboral, por diversos factores sujetos a la población activa; edad en la que se encuentra para trabajar, tiempo que lleva desempleado, tipo de personalidad. Esta situación se traduce en la imposibilidad de trabajar pese a la voluntad de las personas.

Durante los últimos años, los problemas de desempleo en personas de tercera edad y mujeres embarazadas en zonas rurales es una preocupación que exige una solución preferente, desde los diferentes campos de nuestra sociedad ya que necesitan sostenerse económicamente.

Existen diferentes actividades productivas que pueden solucionar el problema del desempleo en zonas rurales, como alternativa de solución los sistemas hidropónicos. El sistema Nutrient Film Technique (NFT) Se basa en la reducción de espacio, en donde las plantas crecen sobre una lámina de agua en continuo movimiento, y enriquecida con soluciones nutritiva. Para la recirculación del agua se utiliza una bomba sumergible que permite distribuir adecuadamente el flujo del agua a lo largo de tubos de PVC. (Briones 2007)

En América Latina, la Hidroponía ha sido orientada para ayudar a solucionar los problemas de crecimiento económico, reducir el desempleo, mejorar la calidad de vida, y a la vez el acceso de alimentos de calidad. Mediante la comercialización de lechugas hidropónicas a largo plazo se convertirá en una producción redituable para los productores asegurando el bienestar de generaciones futuras.

Ambientalmente garantiza una gestión responsable y sostenible de los recursos naturales. Haciendo uso eficiente del

agua, priorizando la reutilización de nutrientes y el reciclaje. Llegando a las generaciones futuras en un entorno natural o igual o mejor que el actual, protegiendo el medio ambiente y generando nuevas oportunidades de empleo en la economía en las zonas rurales.

En la localidad de San Marcos se instaló un sistema Nutrient Film Technique (NFT), producto de esta actividad se generarán empleos y crecimiento económico en personas de tercera edad y embarazadas. En esta investigación se evaluó la producción de lechugas para la sostenibilidad económica ambiental.

CAPITULO I

32 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

32.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En estos últimos años en las zonas rurales, urbanas se observa a adultos mayores, y embarazadas sin trabajo, En el 2017 el número de desempleados, alcanzo su nivel más elevado desde el 2005, aproximadamente 23 millones de desempleados en las zonas urbanas y rurales, de acuerdo a un estudio realizado por (CEPAL y OIT)

Siendo un 57.7% de las personas de entre 65 y 69 años, y un 51.8% de las personas con 70 y más años de edad, no perciben pensión. La proporción de personas que trabajan alcanza 39.3% entre los 65 y 69 años de edad y al 20.4% en los mayores de 70 años, están desempleados. INEI, 2017

En las zonas rurales habitualmente las personas de la tercera edad y embarazadas no tienen empleo por falta de trabajo y tiene menos relaciones sociales con su entorno (CEPAL, 2017)

La demanda laboral en la actualidad prioriza la contratación de personas 20 a 30 años, que los dejan en desventaja al adulto mayor, porque tienen una mayor adecuación a los cambios y tienen mejor desempeño laboral. Marín, (2017).

Los adultos mayores y mujeres embarazadas tienen la necesidad de generar sus propios ingresos para poder satisfacer sus necesidades básicas como la alimentación, vivienda, vestimenta. (Marín 2017). En el Perú existen prejuicios en su contratación, por considerar que son personas que tiene ciertas limitaciones y por necesitar cierta flexibilidad de horarios por su condición, como consecuencia se vuelve un desafío conseguir un trabajo.

La problemática general en las zonas rurales, se relaciona con la los impactos y los riesgos para la producción agrícola, la falta de proyectos sobre agricultura sostenible y medio ambiente estarían ocasionando la falta de empleo, oportunidades de crecimiento económico, social ya ambiental

La producción habitual de lechugas se realiza en suelos esto como consecuencia ocasiona impactos negativos por el uso los químicos en concentraciones superiores a las normales produciendo sobrecarga de nutrientes, afectando la matriz del suelo y la desaparición de microorganismos, insectos que están presentes en la biodiversidad, por el impacto de los productos químicos que se vierten al suelo como insecticidas, herbicidas y fungicidas.

32.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMA

32.2.1 Problema General

¿En qué medida se podrá evaluar la sostenibilidad socioeconómica ambiental, con la producción de lechugas hidropónicas en la localidad de San Marcos, Distrito de Umari, Pachitea - Huánuco - 2019?

32.3 OBJETIVOS

32.3.1 Objetivo General

- Evaluar la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) mediante el sistema hidropónico (Nutrient Film Technique) para la sostenibilidad socioeconómica ambiental en la localidad de San Marcos distrito de Umari, Pachitea - Huánuco - 2019.

32.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la realidad socio económica de la población de adulto mayor y embarazadas mediante encuestas en la localidad de San Marcos.
- Determinar los parámetros físicos de la solución nutritiva mediante el sistema hidropónico (Nutrient Film Technique) en la localidad de San Marcos.
- Comparar las variedades de lechugas “Seda y Crespa” de mayor rendimiento, cultivadas bajo sistema hidropónico (Nutrient Film Technique) en la localidad de San Marcos.
- Evaluar la sostenibilidad económica, mediante la técnica (VAN TIR) en la producción de lechugas hidropónicas en la localidad de San Marcos
- Estimar el nivel de sostenibilidad ambiental, en los cultivos hidropónicos en la localidad de San Marcos.

32.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Con el sistema Nutrient Film Technique (NFT), en zonas rurales, se busca reducir el desempleo y la inactividad, priorizando a persona de tercera edad (65 a 69) años y mujeres embarazadas, generando oportunidades de crecimiento económico, social y ambiental.

Siendo una alternativa de cultivo sostenible, garantiza la seguridad alimentaria, promueve ecosistemas saludables y apoya la gestión sostenible de los recursos naturales, satisfaciendo las necesidades de las generaciones presentes y futuras de sus productos y servicios, garantizando al mismo tiempo la rentabilidad, la salud del medio ambiente, la equidad social y económica. (Guaviare, 2001)

El sistema Nutrient Film Technique (NFT) no se hace uso de suelo, los químicos usados son en concentraciones pequeñas y reciclables. Aplicando esta técnica de cultivo se obtiene lechugas (*Lactuca sativa* L.) de calidad, en un menor tiempo con alta productividad en pequeñas

áreas. (Briones 2007) Largo plazo convirtiéndose en una producción redituable para los productores asegurando el bienestar de generaciones futuras. A mismo tiempo busca mejorar la calidad de los recursos naturales y aminorar la degradación del medio ambiente.

En la investigación se busca justificar los procedimientos prácticos y experimentales; con la producción de lechugas con sistema Nutrient Film Technique NFT para la sostenibilidad socioeconómica ambiental en las personas de tercera edad y embarazadas.

32.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Limitada material bibliográfico referente a la sostenibilidad socioeconómica ambiental con uso del sistema hidropónico en nuestra región.
- La distancia; se viajó constantemente desde la ciudad de Huánuco hacia la localidad de San Marcos que se encuentra a 50 min (46km) de dicha ciudad; para la recopilación de información, realizar trabajo de campo como: armar el sistema hidropónico, realizar el almácigo, verificar el desarrollo de la planta.
- Limitación en Equipos para la implementación del sistema Nutrient Film Technique NFT.

32.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

32.6.1 Viabilidad técnica

La tesis realizada demuestra una facilidad para la elaboración del sistema hidropónico Nutrient Film Technique (NFT), en la producción apreciando las mejores hortalizas y de calidad, en un menor tiempo y en pequeñas áreas.

32.6.2 Viabilidad operativa

La elaboración del sistema fue sencilla y fácil de construir ya que esta puede ser desarrollada por cada agricultor que tenga un espacio para cultivo, demostrando de esta manera la

viabilidad operativa para que lo puedan aplicar y aprovechar a un menor tiempo y sin necesidad del suelo.

32.6.3 Viabilidad económica

Económicamente fue viable la hidroponía porque se producen 7 cosechas al año, el cual permitirá recuperar en un menor tiempo lo invertido, desarrollando las actividades continuas para la producción de lechugas.

La construcción del sistema NFT es viable económicamente, porque se puede realizar con materiales reciclables de la zona, permitiendo desarrollarla a personas de tercera edad y embarazadas

32.6.4 Viabilidad ambiental

La investigación fue ambientalmente viable, ya que evita la contaminación de los recursos naturales (suelo, agua, aire) y cuenta con un alto grado de eficiencia del recurso hídrico, convirtiéndose en agricultura sostenible del futuro.

CAPITULO II

33 MARCO TEORICO

33.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

33.1.1 Antecedentes internacionales

(Godoy, 2001) en América Latina, la Hidroponía ha sido orientada para ayudar a solucionar los problemas de disponibilidad y a la vez de acceso de alimentos frescos y sanos, para ello va enfocada a la Hidroponía Popular con lo cual se realizan adaptaciones tecnológicas que puedan permitir el empleo de materiales locales o de aquellos que se puedan reciclar, se han ejecutado proyectos de esta naturaleza con lo cual se ha contribuido a una mejora en la calidad de vida de las personas, siendo en su mayoría mujeres de aquellas comunidades beneficiadas, ya que por medio de las micro-empresas hidropónicas son auto-sostenibles, y sus productos obtenidos son de mejor calidad que aquellos cultivados en el sistema convencional.

(Carrasco, 1996) en Inglaterra relata que el sistema de recirculación de solución nutritiva "NFT" -Nutriente Film Technique, (Técnica de la lámina nutriente). El principio de este sistema hidropónico consiste en la circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva que pasa a través de las raíces del cultivo, no existiendo pérdida o salida al exterior de la solución nutritiva, por lo que se constituye en un sistema de tipo cerrado. Las plantas se cultivan en ausencia de sustrato, por lo cual las plantas se encuentran suspendidas en canales de cultivo con o sin un contenedor de soporte. necesidad de contar con una pendiente o desnivel de la superficie de cultivo, ya que, por medio de ésta, se posibilita la recirculación de la solución nutritiva.

(Alva, 2006) en Ecuador investigó sobre la producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas. Con el objetivo de evaluar la producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*), bajo el sistema NFT (Nutriente Film Technique), utilizando tres soluciones nutritivas, en la Provincia de Tungurahua obteniendo número de hojas, longitud de las hojas y altura de la planta los mejores resultados a los 80 días fueron S2V3 (Solución 2 (N:120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe:5, Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm), se determinó que la variedad V3 Salad es la de mejor rendimiento posiblemente debido a las características genéticas propias de la variedad. Además, mediante análisis económico se concluye que los tratamientos que tuvieron la solución 2, alcanzaron la mayor relación beneficio costo equivalente a 1,58 lo que nos indica una ganancia del 58 %.

(Barrios, 2004) en Guatemala desarrollo su trabajo de investigación sobre la evaluación del cultivo de la lechuga, (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones hidropónicas en Pachulí, San Juan Sacatepéquez, con el objetivo de evaluar la respuesta de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), cultivadas en dos sustratos bajo condiciones hidropónicas. Se evaluaron los sustratos líquido y sólido (50 % de arena blanca y 50 % de cascarilla de arroz), Según los resultados obtenidos, se recomienda cultivar lechuga en sustrato sólido pues se obtienen 2.88 kilogramos de lechuga por 0.36 m²; en éste sustrato la mayor rentabilidad (172.50 %) se obtuvo con la variedad Grand Rapids.

(Cordova, 2005) en Chile investigó la Evaluación técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero en la Comuna de Calmuco, X Región en Valdivia – Chile, con el objetivo de analizar la factibilidad técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo

invernadero, Según los resultados obtenidos los ingresos brutos, que son los ingresos por venta de las lechugas, se obtienen de la venta diaria de 260 lechugas a un valor de \$260 la unidad, con lo que se obtiene un ingreso anual de \$24.674.000. El precio de la unidad fue calculado en base al valor más bajo encontrado en los supermercados analizados (\$312), y al mayor margen de ganancia encontrado (20%) Esto implica que el proyecto es rentable, ya que el VAN es superior a 0, en tanto que la TIR indica que el proyecto soporta una tasa de descuento de hasta un 33,51%.

En efecto, el proyecto es económicamente rentable con un VAN de \$36.332.732 y una TIR de 33,51%, arrojando una ganancia de \$0,31 por cada peso invertido bajo un escenario realista

33.1.2 Antecedentes nacionales

(Morocho, 2014) en Huancavelica evaluó el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) Variedad Boston asociado con *Azolla* spp mas guano de isla en cultivo hidropónico. Con el objetivo de evaluar los beneficios que proporciona la asociación de *Azolla* y guano de islas en el cultivo hidropónico de la lechuga, Los resultados muestran que esta hortaliza es influenciada en su crecimiento de forma positiva por el uso de *Azolla*, lo que permitió incrementar la altura, diámetro de cabeza, numero de hojas, peso seco de la planta. Además, se observó que la asociación de este helecho *Azolla* cubrió totalmente la poza, formando una verdadera alfombra y además regula la temperatura del agua. La mayor producción de biomasa foliar y radicular de la lechuga (*Lactuca sativa*) se halló en las pozas que contenía solo *azolla*. El uso de este helecho por lo antes expuesto brinda beneficios económicos con respecto a los demás tratamientos y frente al testigo.

Rodríguez et al, (2005) en Lima Indican que, en condiciones hidropónicas, la planta se comporta mejor si la solución en que se

transportan los nutrientes, y que se encuentra en contacto con sus raíces, es ligeramente ácida; esto significa un pH entre 5.5 y 6.8. Fuera de este rango, algunos minerales, aunque estén presentes en la solución, no podrán ser absorbidos por las raíces. El cual, afectará a la planta. Si el pH de la solución queda lejos del rango recomendado, entonces algunos de los minerales de la solución nunca estarán disponibles para la planta. también indica que la Solución hidropónica de La Molina fue obtenida luego de varios años de investigación en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Con el propósito de difundir la hidroponía, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se pueden conseguir en las diferentes regiones del Perú. La solución hidropónica La Molina consta de dos soluciones concentradas, denominadas A y B, respectivamente. La solución concentrada A contiene N, P, K y Ca, y la solución concentrada B aporta Mg, Cl, Fe, Mn, B, Zn, Cu y Mo.

(Ramirez, 2017) en Lima desarrollo su trabajo de investigación sobre el sistema de producción hidropónica de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con el objetivo de mostrar la experiencia obtenida en el manejo del cultivo de lechuga en el Sistema Hidropónico, así como también las investigaciones que se vienen realizando, para lo cual el referente principal ha sido el Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los sistemas de producción hidropónica de lechugas que se están usando en Perú son: Sistema de raíz flotante, Sistema recirculante. Los sistemas hidropónicos usan la solución nutritiva concentrada principalmente en dos soluciones stock, evitando la mezcla de fuentes de calcio con fertilizantes sulfatados, las soluciones concentradas genéricas y más conocidas son la solución A principalmente aporta macronutrientes y la solución B aportante principalmente de micronutrientes.

(Conde, 2014) desarrolló su trabajo de investigación en Abancay sobre el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivada en hidroponía en el centro de investigación y producción Santo Tomas, Pichirhua. El objetivo del estudio fue evaluar el rendimiento de lechuga cultivada en hidroponía aplicadas en las variedades Bellísima, Rosabela, Nika y Romana. Así es que realizada las evaluaciones se determinó que la var. Rosabela (T-2) tuvo mayor efecto sobre el rendimiento obteniendo 4,111 kg/m², la var. Romana (T-4) con 3,944 kg/m², seguido la var. Bellísima (T-1) con 3,805 kg/m², y el menor rendimiento fue la var. Nika 41 (T-3) con 2,464 kg/m². El costo de producción por tratamiento materia de evaluación fue lo siguiente: Romana (T-4) con S/. 0,55 x und., Rosabela (T-2) con costo S/. 0,56 x und., seguido Nika (T-3) con S/. 0,60 x und., y Bellísima (T-1) con S/. 0,61 x und. El tratamiento más precoz fue Romana (T-4) que corresponde a la formación de cabeza comercial (cosecha) a los 60 días después de la siembra (dds). Siguiendo Rosabela (T-2) a los 64 días después de la siembra, Nika (T-3) a los 71 después de la siembra, y por último Bellísima (T1) a los 74 después de la siembra.

Concluyendo que la variedad rosabela tuvo mejor efecto sobre rendimiento del cultivo de lechuga que obteniendo el más alto rendimiento con 12 kg/parcela, luego la variedad bellísima con 09 kg/parcela, seguido de la variedad romana con 09kg/parcela, y el menor rendimiento fue en la variedad NIKA con 00kg/parcela.

33.1.3 Antecedentes locales

Existe una limitación de estudios de sistemas hidropónicos en su evaluación socioeconómica ambiental en el ámbito local, es así que se toma como antecedentes, estudios que tenga cierta relación con esta investigación

(Roncaglio, 2014) desarrollo su trabajo de investigación en Huánuco consiste en Efecto de Sistemas Hidropónicos con aplicación de Microorganismos Eficaces, en el rendimiento de lechuga híbrida rosabella roja (*Lactuca sativa* L) en condiciones de la Unidad de Hidroponía UNHEVAL, con el objetivo de Evaluar el rendimiento de lechuga Híbrida - rosabella roja en tres sistemas hidropónicos c/n aplicación de EM, con 3 tratamientos (T1 = Sistema Hidropónico Recirculante o NFT c/n Aplicación de microorganismos eficaces EM), T2 = Sistema Hidropónico Raíz Flotante c/n Aplicación de EM, T3 = Sistema Hidropónico Sustrato Sólido c/n Aplicación de EM). Los resultados finales indican que las plantas de lechuga se adaptaron mejor a las condiciones del tratamiento T1 (sistema recirculante con aplicación de EM), obteniendo los mayores promedios en peso, altura de planta y número de hojas/planta, sin embargo, el tratamiento T2 (sistema de raíz flotante con aplicación de EM), también presenta condiciones óptimas para el desarrollo de la planta, ya que sólo fue superado ligeramente por T1. El promedio más bajo lo obtuvo T3 (sistema de sustrato sólido con aplicación de EM), por lo que falta establecer condiciones que ayuden al desarrollo de la planta.

(Gavidia, 2016) en Huamiles evaluó el Efecto de la solución nutritiva la Molina en el rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con el sistema NFT (Nutrient Film Technique) en condiciones de hidroponía, con el objetivo de evaluar el efecto de la solución nutritiva la Molina en el rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con el sistema NFT; concluyendo que la variedad duett es superior a la variedad bohemia en relación a las variables de rendimiento evaluados durante las dos campañas. Siendo el número de hojas por planta en promedio fue de 27,65 para la variedad duett en comparación con la variedad bohemia que fue de 21,88. Sin embargo la variedad bohemia es recomendable

producir como una segunda opción en condiciones de cultivo hidropónico en lugares similares a la de Huamiles.

33.2 BASES TEORICAS

33.2.1 Origen de la hidroponía

Hacia los años 600 A. C., el Rey Nabucodonosor II (Rey de los Caldeos) quien fue el máximo representante del Imperio Babilónico, conquistador de muchas naciones incluida la nación judía, y fue quien tomo todos los tesoros del palacio que dejo Salomón en Jerusalén, como consta en el Libro del Profeta Daniel.

Él quiso hacer un regalo a su esposa Amytis, que añoraba el paisaje montañoso y verde del norte de Media (Oriente Medio) de donde procedía. Para demostrar su amor por ella Nabucodonosor II mandó a construir los Jardines Colgantes de Babilonia. Lo que probablemente fuera uno de los primeros intentos exitosos de cultivar plantas en nuevas áreas no convencionales construidas por el hombre; Esta maravilla de la antigüedad mostraba el más extraordinario jardín en terrazas de piedra colocadas en forma escalonada, los que eran regados a través de una especie de noria que llevaba el agua, hasta el lugar más alto del jardín, y por gravedad se regaba el resto de las terrazas (Beltrano, 2015).

33.2.2 Hidroponía

Pérez (1974), indica que la hidroponía deriva del griego hydro que significa agua y ponhos labor o trabajo, es decir un cultivo de plantas sin suelo, obteniendo cultivos saludables en menor tiempo, consiste en una fuente de agua que impulsa por bombeo agua a través del sistema, con soluciones madre es

decir nutrientes concentrados, cabezales de riego y canales contruidos donde están los sustratos o agua.

Beltrano (2015), define como un conjunto de técnicas que permite el cultivo y manejo de plantas en un medio que no necesita de suelo. Sin embargo, en la actualidad se utiliza para referirse al cultivo sin suelo. Un cultivo hidropónico es un sistema altamente repetible, en consecuencia, se ha constituido en una herramienta valiosa para la investigación y la enseñanza. Hoy la hidroponía se vislumbra como una solución a la creciente disminución de las zonas agrícolas, producto de la contaminación, la desertización, el cambio climático y el crecimiento desproporcionado de las ciudades.

Córdova (2005), menciona que es una técnica de producción agrícola en la que se cultiva sin suelo y donde los elementos nutritivos son entregados en una solución líquida.

Dicta (2002), reporta que con la producción sin suelo se obtienen hortalizas de excelente calidad y sanidad, y se asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área cultivada son altos, por la mayor densidad y la elevada productividad por planta. Actualmente la hidroponía es el método más intensivo de producción hortícola; generalmente es de alta tecnología lo que implica altos costos de establecimiento.

33.2.3 Técnicas hidropónicas

Briones (2007), menciona que en la actualidad existen algunas técnicas hidropónicas muy utilizadas en la producción de distintos productos agrícolas como son:

Cultivo en Sustrato: Permite cultivar cualquier tipo de hortalizas y se utiliza sustratos inertes como: perlita, roca

fosfórica, arena, aserrín, tezontle, arena, grava, que le proporcionan a la planta las condiciones necesarias de oxígeno y humedad para su desarrollo.

Raíz flotante: un sistema donde las raíces de las plantas están flotando sobre una mezcla de agua y una solución concentrada de nutrientes, la cual está sostenida por espuma Flex o láminas de “duroport”. 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. (García, 2007, p.7).

Sistema NFT: En este sistema, las plantas crecen sobre una lámina de agua en continuo movimiento, y enriquecida con soluciones nutritiva. Para la recirculación del agua se utiliza una bomba sumergible que permite distribuir adecuadamente el flujo del agua a lo largo de tubos de PVC, este flujo debe ser constante sobre todo en periodos de mucho calor para evitar que las plantas o las raíces se des sequen.

33.2.3.1 Descripción del Sistema

N.F.T (Nutrient Film Technique)

Alvarado et al (2001), mencionan que el Sistema Recirculante Nutrient Film Technique (NFT) es un sistema de cultivo de agua, que consiste en la circulación continua de una solución nutritiva a través de los canales donde desarrollan las raíces de las plantas.

Así mismo el termino NFT (Nutrient Film Technique) fue denominado por el Dr. Allen Cooper, su creador, para indicar que la profundidad del flujo de nutrientes que pasaba a través de las raíces de las plantas debía ser muy pequeño, para que siempre dispongan del oxígeno necesario.

Córdova (2005), Señala que el principio de este sistema hidropónico consiste en la circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva a través de las raíces, no existiendo pérdida o salida al exterior de la solución nutritiva, por lo que se constituye en un sistema de tipo cerrado

Dicta (2002), agrega que el sistema consiste en recircular la solución por una serie de canales de Cloruro de Polivinilo (PVC) de un diámetro de 4 a 6 pulgadas, el agua junto con la solución nutritiva circula por medio de los tubos mediante una bomba, los tubos están apoyados sobre mesas o armazón, y tiene un ligera pendiente que facilita la circulación de la solución, la que posteriormente es recolectada y almacenada en un tanque, la cual es recirculada nuevamente.

Alvarado et al (2001), menciona que por los canales recorre una película de solución nutritiva de apenas 3 a 5 mm, además a esta técnica se le conoce como sistema de recirculación continua al ser un sistema cerrado, y es por esto que las raíces están en constante contacto con la solución, la que les proporciona oxígeno y nutrientes.

33.2.3.2 Ventajas y desventajas de NFT (Nutrient Film Technique)

Ventajas del NFT

Mafla (2015), indica que el sistema NFT tiene algunas ventajas como:

- Ahorros significativos en solución nutritiva y en agua.
- Máximo aprovechamiento de espacio ya que se puede cultivar en niveles.
- Facilita la limpieza del sistema, a diferencia del cultivo en sustrato.

- Permite un control más preciso sobre la nutrición de la planta.
- Simplifica los sistemas de riego y permite la automatización en su totalidad.
- Maximiza el contacto directo de las raíces con solución nutritiva, por lo que el crecimiento de los productos es acelerado siendo posible obtener en el año más producción
- Si se maneja de la forma correcta el sistema, permite cultivar hortalizas de consumo en fresco y de alta calidad.

33.2.3.3 Desventajas del NFT

- Este sistema requiere de un cuidado adecuado del estado de la solución nutritiva para rendir resultados.
- Los costos iniciales son mayores que con otros sistemas

33.2.3.4 Solución nutritiva

Rodríguez y Chang (2001), indica que solución nutritiva es agua con nutrientes minerales, que se añaden a través de fertilizantes comerciales, en cantidades y proporciones adecuadas, de manera que cubran las necesidades de las plantas para su crecimiento y desarrollo.

Grupo Latino (2010), define a las soluciones nutritivas como un conjunto de compuestos y formulaciones que contienen los elementos esenciales disueltos en el agua, que las plantas necesitan para su desarrollo. los estudios de la fisiología vegetal determinaron que ciertos elementos esenciales afectan el desarrollo de la planta, partiendo de esto se inició la mezcla de compuestos los cuales fueron evaluados hasta llegar a una solución, que hasta hoy se siguen modificando para diferentes cultivos por la variabilidad tanto genética como el medio ambiente. pero es importante que esta tenga los elementos esenciales los que permitirán sobrevivir a la planta como son:

macronutrientes (n, p, k, ca, mg) que son los más demandados para su desarrollo, y los micronutrientes (cl, b, fe, mn, zn y mo) que son elementos que se requiere en menor proporción.

Rodríguez y Chang (2001), afirma en la solución nutritiva las cantidades de soluciones concentradas A y B que se agregan dependen del volumen de agua en el tanque; según las dosis indicadas: 5 ml de Solución Concentrada A y 2 ml de Solución Concentrada B por litro de agua. Para 1,000 litros de agua, se usarán 5 L de solución A y 2 L de solución B.

Santos (2015), afirma que en la solución nutritiva las cantidades de soluciones concentradas de A Y B, se agregan dependiendo del tanque, según la dosis estimada es de 5 ml de solución concentrada A y 5 ml de solución concentrada B para 1000L de agua.

33.2.3.5 Solución nutritiva Chavelita

Tabla 1: La fórmula de la solución hidropónica Chavelita.

Macronutrientes		micronutrientes	
Nitrógeno	200 ppm	Zinc	1ppm
Fosforo	48 ppm	Boro	1ppm
Potasio	230 ppm	Hierro	1ppm
Calcio	150 ppm	Manganeso	1ppm
Magnesio	50 ppm	Molibdeno	1ppm
		Cloro	1ppm

Fuente: Datos tomados de Santos (2015)

33.2.3.6 Rendimiento

Santos (2015), afirma la comparación de rendimiento entre un sistema tradicional y cultivado con la técnica de hidroponía

Cultivo	Rendimiento promedio en un sistema tradicional	Rendimiento promedio en técnica de hidroponía
Tomate/m ²	30 – 40	100 – 200
Pepino/m ²	10 – 30	100 – 200
Ají /m ²	20 – 30	60 – 80
Lechuga/ha	50 000 a 60 000 unidades	150 000 a 200 000 unidades

Fuente: datos tomados de santo (2015)

Alvarado et al (2001) mencionan que los rendimientos de comparación con la técnica de hidroponía, respecto a la agricultura tradicional.

	SUELO	HIDROPONIA
Lechugas /m ²	6 – 8	25 – 30
Lechugas /ha	60 000 - 80 000	250 000 - 300 000
Docenas /ha	5 000 - 6 666	20 833 - 25 000

Fuente: Alvarado

(2001)

33.2.3.7 Temperatura

Rodríguez y Chang (2001), indica que la temperatura de la solución nutritiva no debería exceder los 30°C ya que podría ocasionar daños en las plantas. Durante las épocas frías la temperatura debe mantenerse en 16°C.

La temperatura optima cuando hay sol es de 20 a 22°C y cuando esta nublado es de 15 a 16°C. Con poca iluminación y alta temperatura, se transforma el balance nutricional, las hojas se adelgazan y los repollos son muy sueltos o no se forman. Las altas temperaturas (más de 25 °C), después de transcurrido del periodo vegetativo, favorecen el rápido crecimiento del tallo floral, aumentando de producción normal, con temperaturas

nocturnas de 12 a 15°C y diurnas de 16 a 20°C se reduce el periodo de crecimiento y los costos de producción

33.2.3.8 pH

Rodríguez y Chang (2001), indica que el pH Es importante conocer porque este valor nos permite tener una idea sobre el grado de disponibilidad de los nutrientes minerales en la solución nutritiva y, por lo tanto, su disponibilidad para las plantas. Es importante mantener el pH de la solución nutritiva en un rango ligeramente ácido, de 5.5 a 6.5 dentro de una escala que va de 0 a 14.

33.2.3.9 Conductividad eléctrica

León (2001), expresa que la conductividad eléctrica es un parámetro que mide el total de sales disueltas en el agua y evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, se expresa en mili Siemens sobre centímetro, esto permite conocer si la solución excede o carece de la cantidad de nutrientes para cultivos hortícolas. En el sistema NFT es necesario medir la conductividad eléctrica de la solución nutritiva con regularidad y compensar la falta de nutrientes o el exceso según sea el caso, el rango de conductividad eléctrica adecuado para el crecimiento de las plantas se encuentra entre: 1,5-2,5 mS/cm.

33.2.3.10 La Luz

(Rodríguez y Chang (2001), indica que la solución nutritiva debe estar protegida de la luz para evitar el desarrollo de las algas, que compiten con las plantas por los nutrientes y el oxígeno. Tanto los canales de cultivo el tanque que contiene la

solución nutritiva deben protegerse de los rayos solares. Rodríguez y Chang, (2001).

33.2.3.11 El Manejo de la solución nutritiva

El manejo de la solución nutritiva durante una semana con el tanque de un sistema NFT. Las lecturas deben hacerse por lo menos cada dos días para conocer si se deben ajustar el pH y la CE, ya sea agregando solo agua y/o agua y soluciones concentradas A y B. Rodríguez y Chang, (2001).

La Duración y Renovación de la Solución Nutritiva, el volumen de la solución nutritiva en el tanque debe mantenerse constante. A mayor volumen menor serán las variaciones en la concentración de la solución nutritiva. Asimismo, el volumen de agua consumida y evapotranspirada debe ser repuesto diariamente. (Rodríguez y Chang, 2001).

Los Canales de cultivo Permiten el desarrollo del sistema radicular del cultivo. Estos no deben exceder de 15m de largo, pues puede producirse una insuficiente oxigenación. Además, éstos son más difíciles de manejar durante la cosecha y la limpieza. Generalmente los canales más estrechos son aptos para plantas pequeñas como la lechuga mientras que los más anchos son apropiados para cultivos como tomate para evitar que la densa masa de raíces impiden la circulación de la solución nutritiva. (Rodríguez y Chang, 2001)

Después de cada cosecha, se hace recircular una solución de lejía por 30 minutos y luego se enjuaga con agua. Si la cosecha es escalonada cerrar el ingreso de la solución nutritiva por los canales cosechados y luego realizar la limpieza y desinfección en el bloque o sector. (Rodríguez y Chang, 2001).

33.2.3.12 lechuga (*Lactuca sativa* L.)

FAO (1996), indica que la lechuga es una de las plantas más importantes del grupo de las hortalizas de hoja. Se utiliza para el consumo fresco, mayormente en ensaladas. Es ampliamente conocida y se cultiva en casi todas las naciones del mundo y desde el punto de vista nutricional, tiene cantidades razonables de vitamina A y C, así como calcio, hierro y fósforo (Hernández 1990). Es la principal especie de hoja cultivada en el sistema NFT, ya que es posible obtener lechugas de alta calidad en varias cosechas al año.

Bautista (2000), considera una hortaliza de la que se consume sus hojas por la gran fuente de minerales que posee, lo cual la hace ser una planta muy importante dentro de la dieta humana. Es una especie de período vegetativo de 50 a 90 días, constituida por una roseta de hojas grandes y sueltas, cuyo color varía entre crema, verde amarillento, verde oscuro y verde.

Bautista (2000), el mismo autor menciona que este cultivo es típico de climas templados, se desarrolla también en climas cálidos por lo que puede cultivarse en altitudes que van de 300 a 670 msnm, pero su desarrollo óptimo es entre los 1,350 a 2,100 msnm. Es susceptible a heladas. Las temperaturas mayores a 24°C, aceleran el desarrollo del tallo floral y deterioran la calidad, pues con el calor se acumula en la planta un látex, que hace amargo el sabor de sus hojas, requiere buena humedad en el suelo, pero no le favorece el exceso de lluvia o riego.

33.2.3.13 Origen de la lechuga

Mallar (1978), la lechuga (*Lactuca sativa* L.), es originaria de las costas del sur y sureste del Mar Mediterráneo, desde Egipto

hasta Asia Menor. Los egipcios la comenzaron a cultivar 2400 años antes de esta era y se supone que la utilizaban para extraer aceite de la semilla y para forraje; en pinturas encontradas en tumbas egipcias aparecen plantas que semejan lechugas romanas o tipo roseta, con hojas alargadas y terminadas en punta.

Llego a América en 1494, solo dos años después del primer viaje de Colon. Se considera que la lechuga conocida en esa época era la de tipo roseta o bien la de hoja (variedad crespita), la lechuga de cabeza se difundió probablemente en el siglo XVI; en 1543.

33.2.3.14 Clasificación taxonómica

Enciclopedia de la Agricultura y Ganadería Océano (2007), menciona que la lechuga presenta la siguiente clasificación botánica:

Reino: plantae

Orden: asterales

Familia: Asteraceae

Género: lactuca

Especie: *Lactuca sativa* L.

Variedad: crespita y seda

33.2.3.15 Morfología

Se caracteriza por que la raíz no sobrepasa los 25 cm de profundidad, es pivotante y con ramificaciones, las hojas están dispuestas en roset, desplegadas al principio y se acogollan más tarde formando la cabeza, el borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado, su tallo es cilíndrico, la inflorescencia presenta capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos, (Chávez y Medina, 2013).

33.2.3.16 Variedad de lechuga

Lechuga Seda, es una variedad verde lisa; el tallo es cilíndrico y ramificado, muy corto e imperceptible, las hojas están dispuestas en roseta, se despliegan al principio y se acogollan más tarde, con formación de una cabeza compacta, grande y uniforme, de hojas suaves pero firmes, color verde medio a oscuro brillante, con alta calidad y uniformidad. Esta verdura de hoja verde nos aporta minerales como el potasio, el calcio, fósforo, magnesio, yodo y sodio. Chávez (2013)

Lechuga crespa, Es una variedad, que se caracteriza por ser de estructura abierta, de grandes hojas. Este tipo de lechuga, también se reconoce por ser un cogollo conformado por hojas de buen rizado y repartidas de manera uniforme, el color de sus hojas es variante y sus tonalidades van desde un verde suave y delicado, hasta un verde un poco más intenso, con lo cual, se puede inferir a simple vista, la probable cantidad de clorofila que posee cada ejemplar.

33.2.3.17 Valor nutricional

La lechuga tiene un alto contenido de agua (90-95 %). Es rica en antioxidantes, como las vitaminas A, C, E, B1, B2, B3, B9 y K; minerales: fósforo, hierro, calcio, potasio y aminoácidos. Las hojas exteriores más verdes son las que tienen mayor contenido en vitamina C y hierro.

33.2.3.18 Producción de lechugas en el Suelo

Lardizábal et al (2009), para la producción de lechugas en suelos se requiere, suelos francos arcilloso con muy buen drenaje ya que tiene un sistema radicular particularmente sensible al exceso de agua. su pH óptimo está entre 6 y 6.8. Los

tipos de abonos que se utiliza para lechugas en función a la estimación teórica son.

- Nitrato de potasio
- Nitrato de calcio
- Fosfato Mono amónico
- Sulfato de potasio
- Nitrato de amonio
- Sulfato de magnesio.

33.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

33.3.1 Sostenibilidad

La integración de la conservación y el desarrollo para asegurar que las modificaciones al planeta aseguren a la vez la sobrevivencia y el bienestar de la población (UICN Unión Mundial para la Naturaleza, 2007).

El desarrollo Sostenible es aquél que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. Comisión de las Comunidades Europeas (2001).

33.3.2 Sostenibilidad económica

Fernández (2009), indica que la sostenibilidad económica pretende impulsar el crecimiento, que las generaciones futuras seas más ricas, tengan una mayor renta per cápita y calidad de vida. La expansión económica genera riqueza que ha de compatibilizarse en cuestiones sociales y ambientales. evitando los daños ecológicos y el agotamiento de recursos. Se han de utilizar tecnologías que fomentan la eficiencia y la innovación.

33.3.3 Sostenibilidad social

Fernández (2009), Pretende que las generaciones futuras tengan las mismas o más oportunidades que las generaciones anteriores pretende sentar la base de una mejora de nuestra economía mediante incentivos para mejorar la educación del conocimiento y la innovación de esta dimensión social. La población tiene que entender y sentirse motivada para buscar modelos sostenibles en sus propios lugares y con sus propios medios por ellos se precisa unas condiciones de vida digna y un adecuado acceso a la cultura.

33.3.4 Sostenibilidad ambiental

Pretende garantizar una gestión responsable y sostenible de los recursos naturales. Llegando a las generaciones futuras en un entorno natural o igual o mejor que el actual, protegiendo el medio ambiente y generando nuevas oportunidades de empleo en la economía en las zonas rurales. Fernández (2009).

33.3.5 Lechuga (*Lactuca sativa*)

Casaca (2005), define a la lechuga como una hortaliza que se consume fresco, principalmente como ingrediente en la preparación de comida rápida. Su contenido de agua es alto con (90 - 95%), además posee un bajo valor energético, por lo que puede utilizarse en las dietas hipocalóricas o para disminuir de peso.

InfoAgro (2014), define a la lechuga como una hortaliza herbácea conformada por flores amarillentas, fruto seco, con una sola semilla y con hojas grandes, radicales, blandas, de distintas formas. Es una planta herbácea anual, es decir que se puede consumir durante todo el año; es propia de las regiones semi-templadas, se cultiva con fines alimenticios.

33.3.6 Hidroponía

Conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo. La hidroponía permite en estructuras simples o complejas producir plantas principalmente de tipo herbáceo. sistema aislado del suelo, utilizado para cultivar plantas cuyo crecimiento es posible gracias al suministro adecuado de los requerimientos hídrico nutricionales, a través del agua y solución nutritiva. Con la técnica de cultivo sin suelo es posible obtener hortalizas de excelente calidad y sanidad, permitiendo un uso más eficiente del agua y los nutrientes. (Beltrano,2015)

33.3.7 Sistema hidropónico, Nutrient Film Technique (NFT)

Rodríguez (2015),define que la técnica de NFT consiste en la recirculación de la solución nutritiva a través de varios canales de tubos de PVC, que llegan a un contenedor en común (este deberá de ser obscuro para evitar la incidencia de micro algas en la solución nutritiva) y que con la ayuda de una bomba sube nuevamente dicha solución nutritiva a cada canal, en tiempos previamente determinados. La recirculación suministrará los nutrientes necesarios a las plantas por medio de las raíces que cuelgan desde los orificios donde se pusieron las plantas para que la planta se desarrolle y crezca adecuadamente.

33.3.8 Solución nutritiva

Asociación Hidropónica Mexicana (2014), define que la solución nutritiva es un conjunto de compuestos y formulaciones que contienen los elementos esenciales disueltos en el agua, que las plantas necesitan para su desarrollo. En la hidroponía todos sus nutrientes se suministran a las plantas disolviendo las sales fertilizantes en agua.

Afirma que los elementos esenciales, que permitirán sobrevivir a la planta son los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) que son los elementos más demandados para su desarrollo, y los micronutrientes (Cl, B, Fe, Mn, Zn y Mo) que son elementos que se requiere en menor proporción.

33.4 HIPÓTESIS

33.4.1 Hipótesis general

H_a: Mediante la producción de lechuga en un sistema hidropónico (Nutrient Film Technique), se podrá evaluar la sostenibilidad socioeconómica ambiental en la localidad de San Marcos.

H_o: Mediante la producción de lechuga en un sistema hidropónico (Nutrient Film Technique), no se podrá evaluar la sostenibilidad socioeconómica ambiental en la localidad de San Marcos.

33.5 VARIABLES

33.5.1 Variable independiente

Sistema hidropónico (Nutrient Film Technique)

33.5.2 Variable dependiente

Producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

33.5.3 Variable interviniente

Sostenibilidad socioeconómica ambiental

33.6 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

TESISTA: Bach. Evaristo Huera, Luz Jhadyra

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS
V. independiente	Sistema hidropónico (Nutrient Film Technique)	El sistema consiste en recircular continuamente la solución por una serie de canales de tubo PVC de forma rectangular, llamados canales de cultivo.	Por lo que se utiliza dosis de la solución para verificar su influencia en el cultivo.	Solución nutritiva	pH Conductividad eléctrica	Ms/cm	Observación directa
V. dependiente	Producción de Lechuga	Es el conjunto de actividades que permiten el desarrollo del cultivo de la lechuga bajo condiciones técnicas para la obtención de cosechas rentables.	Utilizando la técnica de hidroponía se considera dos variedades de lechuga que permitirá verificar el desarrollo y producción de estas especies.	Cultivos de variedad de lechuga	Peso tamaño diámetro cantidad de hojas	Kg cm cm	Observación directa
V. interviniente	Sostenibilidad socioeconómica ambiental	la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para entender a sus propias necesidades. Fomentando una actividad económica que suministre bienes necesarios a la población, garantizando crecimiento económico y bienestar social. Miller- (2007)	Lo que se quiere demostrar en la investigación, es la mejora de vida de las personas de tercera edad y mujeres embarazadas. para tener oportunidad de empleo, generar ingresos económicos permanentes y liquides disponible para que sigan operando en sus actividades; que serán desarrollados utilizando materiales de la zona y otros que no afecta al ambiente.	Socioeconómica Ambiental	Generación de empleo Generación de economía Suelo Agua		Observación directa Observación directa

CAPITULO III

34 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

34.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

34.1.1 Enfoque

El enfoque utilizado fue Mixto, debido a los aspectos cualitativos y cuantitativos en el proyecto de investigación. Este enfoque se desarrollará a partir de dos paradigmas distintos: Mezcla trabajo en equipo de datos, teorías, disciplinas y métodos. La recolección y análisis de información se realizó mediante datos cuantitativos y cualitativos. Hernández (2016). En la investigación se aplicó un enfoque cuantitativo porque se midió la dosis de solución nutritiva. Y es cualitativo porque se evaluó las características físicas de la lechuga producidas en menor tiempo por la solución y sin necesidad de suelo. Se utilizó la recolección de datos, basados en la medición numérica y cálculos para comprobar teorías.

34.1.2 Método

Se utilizó el método experimental completamente aleatorizado, porque se manipulo las variables para encontrar resultados (Hernández. et al, 2010).

34.1.3 Alcance o nivel

El alcance establecido en la investigación según (Hernández. et al, 2010); la investigación que se realizó se encuentra dentro del nivel experimental ya que se manipulo las variables buscando mejorar la variable interviniente.

34.1.4 Tipo

La investigación fue de tipo aplicativo, según (Hernández. et al, 2010) porque busca resolver un problema práctico para satisfacer necesidades.

34.1.5 Diseño de la investigación

El diseño estadístico utilizado fue ANOVA, completamente aleatorizado, con dos (2) variedades y cuatro (4) repeticiones haciendo un total de ocho (8) unidades experimentales

Tabla 2: Esquema de diseño

Fuente de variedad	GI	Suma de cuadrados	Cuadrados medios CM
Entre Muestras (*)	(t-1)	$\frac{\sum x_i^2}{r} - \frac{x^2}{rt} = SC$ de Trats	(SC de trts)/(t-1)=CM de Trats
Dentro De La Muestra	T(r-1)	$\sum (\sum j \times ij - \frac{x_i^2}{r}) = SC$ de Error	(SC de Error)/(r-1) = CM de Error
Total	Tr-1	$\frac{\sum j \times j^2}{r} - \frac{x^2}{rt} = SC$ Total	

Fuente: Análisis de Varianza (ANOVA)

<u>FUENTES DE VARIACIÓN</u>			<u>GL</u>
Entre muestras	(m - 1)	(2-1)	(1)
Dentro de muestras	m (r - 1)	2(4-1) = 2(3)	(6)

TOTAL	(mr - 1)	(2x4-1)	(7)

34.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

34.2.1 Población

En la investigación se trabajó con una población finita de lechugas, motivo por el cual no se considera fórmulas para cálculo de población. Pero si con la cantidad de (lactuca sativa L.), también se trabajará con una población objetiva de beneficiarios (personas de tercera edad y mujeres embarazadas).

La población de lechugas que serán utilizados en la investigación es de 80 lechugas.

El cual se encuentra ubicado en la localidad de San Marcos, cuya Coordenadas UTM en el sistema WGS-84 son:

Tabla 3: Coordenadas del lugar de ejecución del proyecto

VERTICE	NORTE	ESTE	ALTITUD
V1	8908617.71	381643.82	2532
V2	8908594.05	381619.94	2525
V3	8908613.00	381599.22	2520
V4	8908638.18	381626.62	2527

Fuente: datos tomados en campo con el GPS.

34.2.2 Muestra

Conformado por 10 lechugas (lactuca sativa L.) en cada tuvo de PVC en la localidad de San Marcos, siendo un total de 80 lechugas; 40 por variedad.

El tamaño de las muestras utilizadas fue 4 muestras; en mismas cantidades de las dos variedades como se muestra en el cuadro que adjunto.

Tabla 4: número y tamaño de muestras

Variedad	Clave	Numero de muestras	Tamaño de muestra en unidad
1	V1	4	40
2	V2	4	40
Total		8	80 plántulas

Fuente: datos tomados en campo

34.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

34.3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo e investigación se llevó acabo en la localidad de San Marcos, dentro del distrito de Umari, ubicado al margen izquierdo del caserío de Verbena Pampa, a 46 km de la ciudad de Huánuco a 2,500 msnm.

Ubicación política

Sector: San Marcos

Distrito: Umari

Provincia: Pachitea

Departamento: Huánuco

34.3.2 Coordenadas

Tabla 5: coordenadas de ubicación de tesis

VERTICE	NORTE	ESTE	ALTITUD
V1	8908617.71	381643.82	2532 msnm
V2	8908594.05	381619.94	2525 msnm
V3	8908613.00	381599.22	2520 msnm
V4	8908638.18	381626.62	2527 msnm

Fuente: elaboración propia

34.3.3 Etapas

Se consideró las siguientes actividades:

- **Primera etapa: construcción de la infraestructura del invernadero**

Se realizó la construcción con materiales de la zona, maderas de aliso de diferentes tamaños, para las columnas se utilizó 4 maderas redondas de 4 m de largo, la profundidad que se enterró la madera fue 0.60m, para los laterales y el techo se utilizó carrizo de la zona, de diferentes tamaños y se cubrió con malla raschel de 50% de sombra, donde en el interior fueron las condiciones más adecuadas para el desarrollo de las lechugas hidropónicas. En la localidad de San Marcos terreno de mis abuelos

- **Instalación del sistema NFT**

Para la construcción del sistema hidropónico (NFT) se utilizaron los siguientes materiales.

- Un bidón de plástico de 100 litros
- Electrobomba de media
- 8 unidades de tubos de PVC de 3".
- Pegamento
- 2 reductores de 1 a $\frac{3}{4}$
- 20 metros de cable de 14
- Taimer digital
- Contactor de 10 amperios
- Llave termo magnética de 10 amperios
- 7m² Malla verde de 50% de sombra
- 2 metros de micro tubos
- Madera para soporte
- 1 Llave de paso de PVC de $\frac{3}{4}$ pulgada
- Taladro

- Cinta teflón
- Carrizo
- 4 Postes de madera
- 1 metro de manguera de media

La instalación del sistema Nutrient Film Technique, se empezó instalando 8 canales de cultivo de 3m de largo, con 10 agujeros en cada tubo haciendo un total de 80 agujeros, la distancia entre agujeros fue de 20cm y el espacio entre canales también de 20cm. También se instaló una tubería colectora de 3 metros con 8 agujeros.

Los canales de cultivo están apoyados sobre una estructura de listones de madera de 2.30m con clavos de 1 pulgada a cada 20cm instaladas para una capacidad de 80 plantas se tiene una ligera pendiente que facilita la circulación de la solución nutritiva, la cual es recolectada y almacenada en el tanque.

El sistema NFT consto de un módulo de 3m de largo con 8 canales de 3 pulgadas con 10 agujeros en cada canal de 2 diámetros, asimismo se contó con una tubería colectora de 3m para recibir la solución proveniente de los canales de cultivos hacia el tanque colector, mediante una bomba impulsar la solución nutritiva hacia la red de distribución.

Tanques

Se utilizó 1 tanque, un tanque de 100 litros para el sistema NFT lo cual se hizo una excavación en el suelo con una profundidad de 1m esta se realizó para generar una caída y oxigenar la solución nutritiva durante el periodo de cultivo.

Sistema de control

Para el funcionamiento se calibra el sistema del control estimando la necesidad de circulación de solución nutritiva para

la lechuga el funcionamiento era todos los días desde el trasplante hasta la cosecha. programando el tiempo a cada 2 horas durante 15 min en el día y en la noche dos veces.

Figura 1: construcción del sistema hidropónico



Fuente: elaboración propia

- **Segunda etapa: preparación del almacigo**

El almacigo de la semilla de lechuga se realizó directamente en una bandeja de plástico relleno de sustrato la profundidad de la siembra fue de 1cm, antes de la germinación debe estar cubierta y en oscuridad. Después de que sale las plántulas retirar la cubierta, dejar expuesto a la luz y regar con agua las veces que sea necesario, a partir del día 7 regar con solución nutritiva. El periodo de germinación fue en 15 días.

Figura 2: almacigo de las semillas de lechuga



Fuente: elaboración propia

- **Tercera etapa: Trasplante al sistema (Nutrient Film Technique), NFT**

El trasplante se realizó cuando las plántulas tenían tres a cuatro hojas verdaderas (5 a 8 cm de altura). se extrajeron cuidadosamente del sustrato, para evitar la destrucción de las raicillas. Para favorecer esta labor se hace indispensable contar con un sustrato suficientemente húmedo, Luego de la extracción de las plantas desde la almaciguera se puso en vasitos para ayudar a sostener antes de pasar al trasplante definitivo.

El trasplante definitivo al sistema NFT Las plantas de lechuga se colocaron en macetitas plásticas perforadas en la base, por donde se hizo traspasar las raíces de las plántulas; luego las macetitas con las plantas se colocaron en los agujeros del canal de cultivo. Se usó macetitas plásticas de 2 onzas, terminando el trasplante se prendió la llave electromagnética y el taylor para que la bomba succione la solución nutritiva y recircule a cada 2 horas por 15 min.

Figura 3: trasplante al sistema NFT



Fuente: elaboración propia

- **Cuarta etapa: desarrollo de las lechugas**

Una vez trasplantada las lechugas al sistema NFT se esperó el desarrollo óptimo de las lechugas. Verificando la conductividad eléctrica y el PH incendiariamente.

El PH de la solución nutritiva estuvo entre 5,9 a 6,2; así mismo la CE en un promedio de 1,9 ms/cm a 2.2ms/cm estando dentro del rango hortícola de lechuga.

Figura 4: desarrollo de las lechugas



Fuente: elaboración propia

- **Quinta etapa: formación de las cabezas de las dos variedades lechugas seda y crespa**

La formación de las cabezas se desarrolló desde la tercera semana en el caso de la lechuga seda, pero la lechuga crespa no formo cabeza solo rosetas. Las hojas más anchas que largas, curvadas en el eje de la nervadura central, hojas en posición erecta como consecuencia las nuevas hojas quedaron envueltas por las hojas de formadas anteriormente

Figura 5: variedades de lechuga (crespa, seda)



Fuente: elaboración propia

- **Sexta etapa: cosecha y embolsado**

El momento de la recolección se hizo antes de la subida de la flor, al cabo de 38 días desde el momento del trasplante al NFT, con una fuerza moderada con las manos se comprimió.

En la producción de las dos variedades de lechugas crespa y seda se evaluó lo siguiente: se tuvo en cuenta el peso, número de hojas, tamaño, y diámetro de la cabeza y el tamaño de la raíz hasta los 38 días. La conservación es bastante limitada en el caso de la lechuga sólo soportan el frigorífico de 8 a 10 días.

Figura 6: cosecha de las lechugas hidropónicas



Fuente: elaboración propia

34.3.4 PARA ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

34.3.4.1 Encuesta social

Se realizó una encuesta a las personas de tercera edad y mujeres embarazadas con el fin de determinar la realidad socio económica en el que se encuentra la población de San Marcos, distrito de Umari

34.3.4.2 Medición de parámetros de control

Se realizaron mediciones interdiaria de los parámetros hasta el día de la cosecha (38 días).

El monitoreo de los parámetros físicos de las soluciones nutritivas se realizó desde el trasplante hasta la cosecha. Lo que se monitoreó fue el pH y la conductividad eléctrica, siendo necesarios para el desarrollo de las plántulas.

- **Medición de pH**

La nutrición de las plantas es dinámica; la solución nutritiva cambia en el tiempo. Los cambios de pH se deben a la absorción de cationes y/o aniones. El pH sube cuando las raíces absorben mayor proporción de aniones que cationes, y el pH baja cuando la relación es inversa, es decir, cuando se absorbe mayor proporción de cationes que aniones. Los cambios frecuentes de pH ocurren cuando las plantas están por cosecharse. (POTOSI, 2011)

Para la medición del pH de la solución nutritiva se utilizó un pH-metro digital que se colocó en el tanque y los canales de cultivo hidropónico el cual determina el grado de acidez y basicidad de una solución.

Figura 7: Medición de pH



Fuente: elaboración propia

- **Medición de la conductividad eléctrica**

Se realizó la medición de la conductividad eléctrica, con la ayuda del conductímetro, para determinar la medida de la concentración de sales disueltas de la Solución Nutritiva.

figura 8: Medición de la CE



Fuente: elaboración propia

34.3.4.3 Cosecha de las lechugas

La cosecha viene a ser el proceso primordial, ya que se dará a conocer los resultados. El esfuerzo realizado en todo el proceso será reflejado en el éxito de los resultados.

La cosecha se realizó al culminar los treinta y ocho (38) días de la producción de la lechuga, Para verificar cuál de las dos variedades se desarrolló mejor se pasó a pesar ambas variedades para ello se utilizó una balanza, cinta métrica para medir el tamaño, la raíz y el diámetro de la cabeza y el conteo de las hojas se realizó uno por uno.

Los productos finales de las lechugas serán embolsados para su distribución al mercado modelo y súper mix.

Figura 9: cosecha de lechugas



Fuente: elaboración propia

34.3.4.4 Sostenibilidad

Económica

Se pretende impulsar el crecimiento económico, en las generaciones futuras con la finalidad de estas, tengan una mayor renta per cápita y calidad de vida. Garantizando el uso adecuado de su capital y el cumplimiento de sus intereses la sociedad preservando y creando empleo, ayudando a lograr el grado de confianza necesario para el correcto funcionamiento de una economía de mercado. La expansión económica genera riqueza que ha de compatibilizarse en cuestiones sociales y ambientales.

Se realizó una descripción general del producto, como la forma de presentación de éste a los consumidores. Se evaluó el mercado considerando los principales compradores de lechugas hidropónicas, como los supermercados y los recreos de la ciudad de Huánuco y Tingo María, por medio de entrevistas y encuestas personales. Este método es más flexible, lo que permite interactuar mejor con el informante, teniendo así, la posibilidad de obtener resultados reales.

Se pudo estimar el consumo del producto en las ciudades mencionadas, y también se realizó una estimación de precios del mismo. Analizando aspectos como la construcción del invernadero, también el proceso de producción para el sistema elegido sistema Nutrient Film Technique (NFT), así como los materiales para todo el sistema.

Analizando costos, en donde se involucró todo lo concerniente a la inversión total realizada. Se realizó una evaluación económica, en donde están involucrados los indicadores VAN y TIR.

Con este indicador se obtuvo una base de comparación de los costos y beneficios generados por la inversión.

34.3.4.5 Ambiental

Teóricamente Se realizó una comparación de los químicos que se necesitan para la agricultura tradicional y la hidroponía, haciendo una comparación el cultivo tradicional afecta al suelo (biológico, físico y químico).

- **Biológico:** desaparición de microorganismos, insectos que están presentes en la biodiversidad, por el impacto de los productos químicos que se vierten al suelo como abono en concentraciones elevadas, insecticidas, herbicidas y fungicidas.
- **Físico:** afectan la estructura física del suelo y procedimiento, muchas veces la compactación de este.
- **Químico:** presencia de sustancias químicas que están fuera de lugar o en concentraciones superiores a las normales producidas por sobrecarga de nutrientes.

En la hidroponía no se hace uso de suelo y los químicos que se usaron para el cultivo son controlados, utilizando la cantidad necesaria de 3,55 litros de solución A y la misma

cantidad de solución B en 710 litros de agua hasta el producto final.

Teóricamente en las lechugas convencionales, el riego es por aspersión y la producción es de tres meses, ha comparación del cultivo hidropónico el uso agua es mediante el sistema recirculatorio, solamente se necesitó 710 litros de agua por producción de lechuga en 38 días. En la hidroponía se hace un uso eficiente de recurso hídrico, Mafla (2015)

CAPÍTULO IV

35 RESULTADOS

35.1 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS SOCIOECONÓMICA.

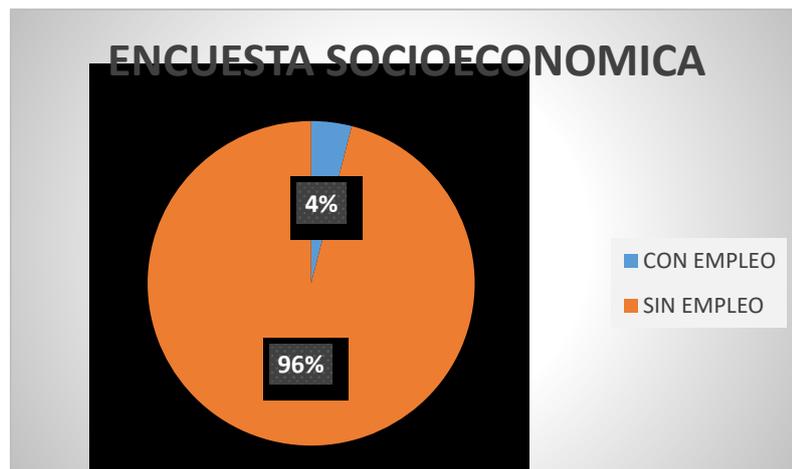
Los resultados obtenidos del diagnóstico en la encuesta fueron aplicados a las mujeres embarazadas y personas de tercera edad. ver (tabla 7)

Tabla 6: determinar la encuesta socioeconómica

		ENCUESTA SOCIOECONOMICA						
		SI	NO	POSITIVO	NEGATIVO	PORCENTAJE		
1	¿Actualmente tienen empleo?	1	24	1	24	4.00%	96.00%	
2	¿Les gustaría generar ingresos?	25	0	25	0	100.00%	0.00	
5	¿Les gustaría trabajar sin dejar sus demás actividades?	25	0	25	0	100.00%	0.00	
4	¿Cree que los químicos que usan afectan al suelo?	23	2	23	2	92.00%	8.00%	
5	¿Cree usted en la escasez de agua en el futuro?	23	2	23	2	92.00%	8.00%	

Fuente: Resultados del campo experimental
Elaborado: tesista

Figura 10. Encuesta socioeconómica



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación:

En la (tabla 7) se observa las preguntas realizadas a las personas de tercera edad y embarazadas, asimismo en la (figura 10) se verifica que

el 96 % de personas no tiene empleo, solo el 4% de las personas encuestadas tienen empleo.

35.2 RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA.

Tabla 7: parámetros de control de la solución nutritiva

FECHA	HORA	Volumen de agua en litros	Volumen de la solución A (ml)	Volumen de la solución B (ml)	CE (mS/cm)	pH
12/06/2019	9:30	70	350	350	1.8	5.9
16/06/2019	9:30	18	90	90	1.8	5.9
18/06/2019	9:30	36	180	180	1.8	5.9
20/06/2019	9:30	18	90	90	1.9	6.0
22/06/2019	9:30	36	180	180	1.9	6.0
24/06/2019	9:30	36	180	180	2.0	6.0
26/06/2019	9:30	70	350	350	2.0	6.0
28/06/2019	9:30	18	90	90	1.9	6.0
30/06/2019	9:30	36	180	180	2.0	6.1
02/07/2019	9:30	36	180	180	2.0	6.1
04/07/2019	9:30	70	350	350	2.0	6.2
06/07/2019	9:30	36	180	180	2.0	6.0
08/07/2019	9:30	18	90	90	2.1	6.2
10/07/2019	9:30	70	350	350	2.1	6.1
12/07/2019	9:30	36	180	180	2.1	6.2
14/07/2019	9:30	70	350	350	2.1	6.3
16/07/2019	9:30	36	180	180	2.1	6.2
Total		710	3550	3550		

Análisis e interpretación:

En la (tabla 8) se observa el análisis físico de la solución nutritiva, en la cual se muestra los valores del resultado del pH y CE durante el proceso de producción de lechugas, presentó un valor de pH de 5,9 a 6,3 estos cambios de pH se deben a la absorción de cationes y/o aniones, considerando un pH ácido. Y la CE presentó un valor de 1,8 a 2.1, encontrándose dentro de rango establecido, no careció ni excedió de la cantidad de nutrientes

35.3 RESULTADOS DE LECHUGAS POR VARIEDAD (SEDA Y CRESPA)

Tabla 8: Datos procesados del peso de lechuga

Variedades	v. crespa	v. seda
1	385	268
2	379	266
3	380	274
4	357	265
Total	1501	1073
Promedio	375,25	268,75

Fuente: Resultados del campo experimental

figura 11: Evaluación del peso de lechugas

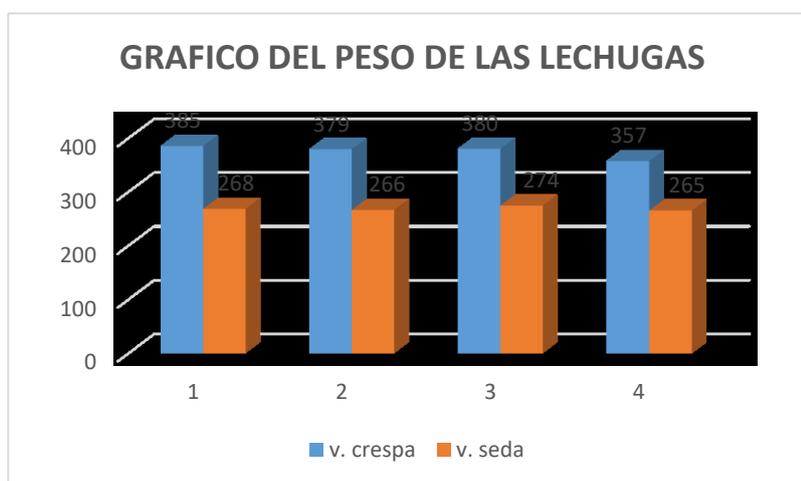


Tabla 9: Análisis de varianza del peso

Fuentes de variación	grado de libertad	suma de cuadrados	cuadrados medios	F calculado	F tabulado	Sig.
Muestras	1	22.898,00	22.898,00	267,55	5,99	**
Dentro de las muestras	6	513,5	85,58			
Total	7	23411,5				

Fuente: Resultados del campo experimental (tesista)

Análisis e interpretación

Realizando el análisis de varianza (tabla 10) se observa los resultados del peso de lechuga en gramos, del promedio total de ambas variedades 80 unidades de lechuga nos demuestran que existen diferencias ampliamente significativas entre las variedades de lechugas crespa y seda.

Tabla 10: Datos procesados del tamaño de lechugas.

Variedades	v. crespa	v. seda
1	232	222
2	227	220
3	230	224
4	221	219
Total	910	885
Promedio	227,5	221,25

Fuente: Resultados del campo experimental

Elaborado: Tesista

Figura 12: Evaluación del tamaño de las lechugas.

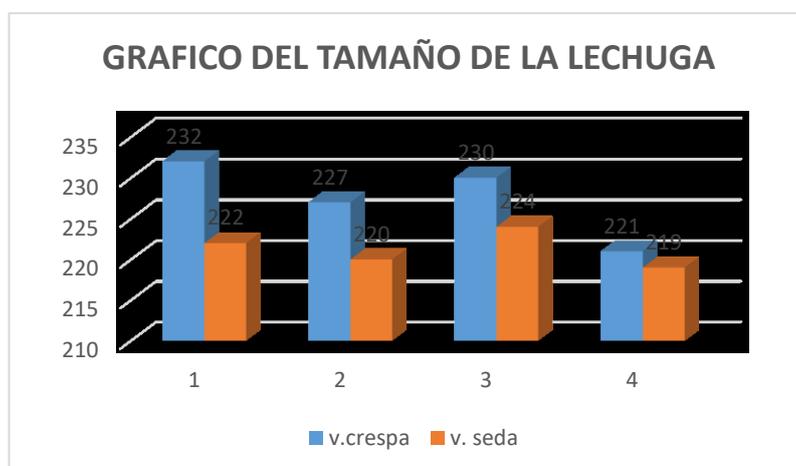


Tabla 11: Análisis de varianza del tamaño de lechuga

Fuentes de variación	grado de libertad	suma de cuadrados	cuadrados medios	F calculado	F tabulado	Sig.
Muestras	1	78,13	78,13	5,60	0,06	**
Dentro de las muestras	6	83,75	13,96			
Total	7	161,875				

Fuente: Resultados del campo experimental

Elaborado: tesista

Análisis e interpretación

Mediante los datos obtenidos del tamaño de la planta a los 38 días se realizó el análisis de varianza (tabla 12) se determinó la existencia de diferencias, ampliamente significativas de las variedades crespa y seda.

Tabla 12: Datos de procesados del diámetro de lechuga

Variedades	v. crespa	v. seda
1	296,66	265,82
2	293,79	265,19
3	295,05	270,92
4	292,19	261,69
Total	1177,69	1063,62
Promedio	294,42	106,36

Fuente: Resultados del campo experimental

Elaborado: Tesista

Figura 13: evaluación del diámetro de lechuga

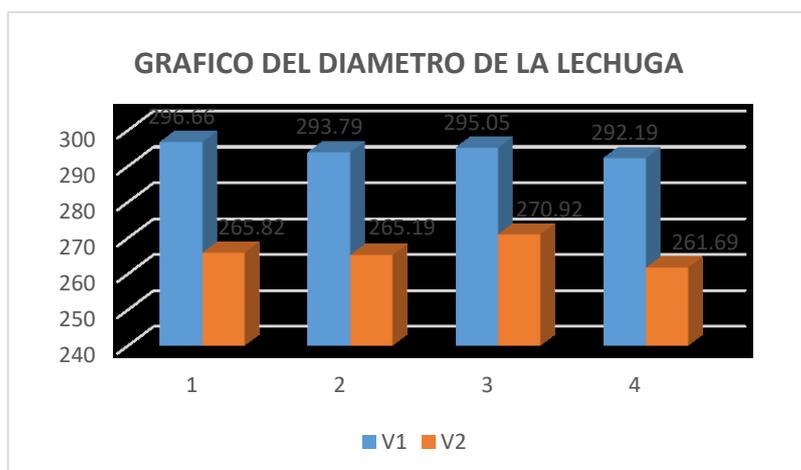


Tabla 13: Análisis de varianza del diámetro de la lechuga

Fuentes de variación	grado de libertad	suma de cuadrados	cuadrados medios	FC	FC	significancia
Muestras	1	1.626,50	1.626,50	179,99	5,99	**
Dentro de las muestras	6	54,219175	9,04			
Total	7	1680,71479				

experimental

Fuente: Resultados del campo

Elaborado: Tesista

Análisis e interpretación

Mediante los datos obtenidos del diámetro de la lechuga a los 38 días se realizó el análisis de varianza (tabla 14) que determinó que existen diferencias ampliamente significativas de las variedades crespa y seda.

Tabla 14: Datos procesados de cantidad de hojas de lechugas

Variedad	v. crespa	v. seda
1	335	231
2	350	228
3	351	233
4	346	225
Total	1382	917
Promedio	345,5	229,25

Fuente: Resultados del campo experimental

Elaborado: tesista

figura 14: Evaluación de la cantidad de hojas

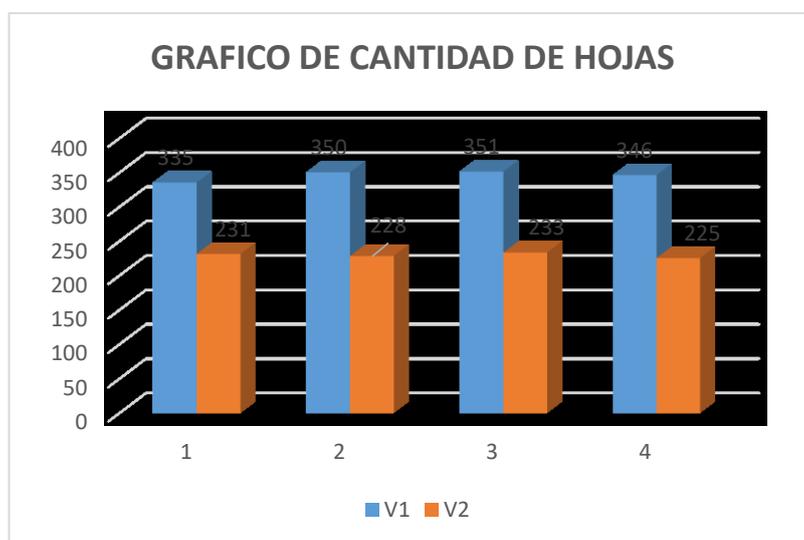


Tabla 15: Análisis de varianza de la cantidad de hojas

Fuentes de variación	grado de libertad	suma de cuadrados	cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Muestras	1	27.028,13	27.028,13	820,07	5,99	**
Dentro de las muestras	6	197,75	32,96			
Total	7	27.225,88				

experimental

Fuente: Resultados del campo

Elaborado: Tesista

Análisis e interpretación

Mediante los datos obtenidos de la cantidad de hojas de las lechugas, a los 38 días se realizó el análisis de varianza (tabla 16) se determinó que existen

diferencias estadísticas ampliamente significativas de las variedades crespa y seda, considerando a la V1 mejor desarrollada.

35.4 RESULTADO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

Para la construcción del sistema (Nutrient Film Technique) NFT se realizaron compras de materiales en la cual se resumen en la (tabla 17) En donde se determinaron los costos de producción, considerando los siguientes valores: \$ 80,00 para construcción de invernadero, \$ 353,00 para costos de cultivo en NFT, \$ 70,00 para detalle de costo de producción de lechugas dando el total de \$ 500,00

Tabla 16: costo de producción

Construcción del invernadero	
- Malla raschel (50%)	80.00
TOTAL	80.00
Detalles costo del sistema NFT	
- Electrobomba	100.00
- Taimer digital	25.00
- Contactor de 10 amperios	20.00
- Llave termo magnética	35.00
- 2 reductores	6.00
- 3 codos de $\frac{3}{4}$	6.00
- Cable de 14 – 25m	25.00
- Llave check	20.00
- Tubo de PVC3" 8 de 3m	80.00
- Llave de paso de $\frac{3}{4}$	4.0
- Manquera 1 metro	6.00
- Manqueras blancas 6m	10.00
- Tubo de PVC 1" – 2m	16.00
- 1 Rosca de 1pulg	
- Tapones de 3" – 8	
TOTAL	353.00
detalles de costo de producción de lechugas	
- Semillas	10.00
- Solución nutritiva	30.00

TOTAL	40.00
TOTAL, GENERAL	500.00

Tabla 17: Cálculo anual de la relación beneficio costo

CALCULO DE RELACION COSTO BENEFICIO							
RUBROS	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
INGRESOS							
venta de lechugas	0	6666	6666	6666	6666	6666	6666
total de ingresos	0	6666	6666	6666	6666	6666	6666
EGRESOS							
solución nutritiva	30,00	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Semilla	10,00	300	300	300	300	300	300
total de egresos	16666	1300	1300	1300	1300	1300	1300
INGRESO NETO	-16666	5366	5366	5366	5366	5366	5366
6%							
VAN	9.720,36 €						
TIR	23%						
R.B/C	1,42						

Fuente: Elaboración

propia

Análisis e Interpretación

Según los resultados obtenidos los ingresos brutos, que son los ingresos por venta de las lechugas, se obtienen de la venta mensual de 6666 lechugas a un valor de \$100 la unidad, con lo que se obtiene un ingreso anual de \$39.996.000. El precio de la unidad fue calculado en base al valor más bajo encontrado en los supermercados analizados (\$112), Esto implica que el proyecto es rentable, ya que el VAN es superior a 0, en tanto que la TIR indica que el proyecto soporta una tasa de descuento de hasta un 23%.

En efecto, el proyecto es económicamente rentable con un VAN de \$9.720,36 y una TIR de 23%, y el valor beneficio costo es de \$1,42 es decir que los ingresos son superiores a los egresos por lo que se pueda afirmar que por cada unidad monetaria invertida se tendrá un retorno del capital y una ganancia de \$0,42 por cada peso invertido

Ambiental

Análisis e interpretación

Teóricamente haciendo una comparación del cultivo de lechuga convencionales e hidropónicas, el resultado obtenido fue: los cultivos hidropónicos, no hace uso del suelo, los químicos que se usan son controlados, evitando la contaminación de los recursos naturales, aminorando la degradación del medio ambiente y cuenta con un alto grado de eficiencia del recurso hídrico, considerando en la investigación se utilizó 710l de agua por cosecha de lechugas, ya que en la agricultura tradicional se hace uso ineficiente del agua por el riego, se contamina la atmosfera, afecta la estructura del suelo y la desaparición de microorganismos, insectos que se encuentran presentes en la biodiversidad, por el impacto de los productos químicos que se vierten al suelo como abono en concentraciones elevadas, insecticidas, herbicidas y fungicidas, afectando al medio ambiente.

35.5 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.

Afirmativa: Mediante la producción de lechugas en un sistema hidropónico se podrá evaluar la sostenibilidad socioeconómica ambiental en la localidad de San Marcos

Nula: Mediante la producción de lechuga en un sistema hidropónico no se podrá evaluar la sostenibilidad socioeconómica ambiental en la localidad de San Marcos.

Interpretación:

Se evaluó la sostenibilidad socioeconómica ambiental mediante la producción de lechugas hidropónicas con el método VAN, TIR y la R.B/C resultando el proyecto económicamente aceptable con un VAN de \$9.720,36; una TIR de 23% y una R.B/C \$1,42 obteniendo una ganancia de \$0,42. Evitando la contaminación de los recursos naturales (agua, suelo y atmosfera), y el medio ambiente, ya que no hay evaporación a la atmosfera por ser un sistema de circuito cerrado. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

CAPÍTULO V

36 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

36.1 CONSTATACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

36.1.1 PARAMETROS FISICOS DE CONTROL DE LA SOLUCION NUTRITIVA

Se observa en la (tabla 7) el análisis de los parámetros físicos de control de la solución nutritiva, en la cual se muestra los valores del resultado del pH y CE, durante el proceso de producción de lechugas, se presentó un valor de pH que están entre los intervalos de 5,9 a 6,3 estos cambios de pH se deben a la absorción de cationes y/o aniones, considerando un pH ligeramente ácido. Y la CE presento un valor de 1,8 a 2,1, encontrándose dentro de rango, no careció ni excedió de la cantidad de nutrientes. Estos resultados coinciden, si hacemos una comparación con lo mencionado por Rodríguez et al, (2005) que presenta un pH que es ligeramente ácido; esto significa un pH entre 5.5 y 6.8. Fuera de este rango, algunos minerales, aunque estén presentes en la solución, no podrán ser absorbidos por las raíces.

36.1.2 COMPARACION DE VARIEDADES

PESO TOTAL

En el (cuadro 8) se observa que los promedios de los resultados obtenidos para el peso del promedio total de todas las unidades muestran que el promedio mayor, obtuvo la V1(crespa) con un peso promedio total 375,25g siendo superior a la V2(seda) con un peso total de 268,75 g. después de los 38 días de la siembra. Si lo comparamos con Colde (2014) en su trabajo de investigación "Evaluación del rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Cultivada en hidroponía en el centro de investigación y

producción Santo Tomas, Pichirhua – Abancay.” Donde señala que para peso fresco total el valor más alto con 137,03 g, nuestro resultado fue superiores en este parámetro

DIAMETRO DE LA CABEZA DE LECHUGA

Con respecto a los resultados obtenidos para diámetro de la cabeza de lechuga, el mayor promedio total de todas las unidades lo obtuvo la V1 crespa 294,42 cm, y la V2 seda con 106,36 cm obtuvo el menor promedio en 38 días desde el trasplante. Si hacemos una comparación con los resultados obtenidos por Gavidia (2016) en su trabajo de investigación (Efecto de la solución nutritiva la molina en el rendimiento de dos variedades de lechuga (*lactuca sativa* L.) con el sistema NFT (nutrient film technique) en condiciones de hidroponía de Nuevas Flores Culquish - Huamalíes 2016. el rendimiento del para el diámetro de la cabeza en la primera campaña el mayor promedio lo obtuvo el T1 var Duett con 15,90 cm, y el T2 var Bohemia con 15,89 cm obtuvo el menor promedio. Con respecto a los resultados nuestros valores son superiores a los obtenidos por este autor.

CANTIDAD DE HOJA POR PLANTA

Los resultados obtenidos para la cantidad de hojas por planta se muestran que el promedio total de las 40 unidades mayor lo obtuvo la V1 crespa con 36 hojas/planta, siendo superior al V2 seda que obtuvieron promedios de 25 hojas/planta a los 38 días de la siembra. Si lo comprobamos con los resultados obtenidos por Roncagliolo (2015) en su trabajo de investigación (Efecto de sistemas Hidropónicos con aplicación de Microorganismos eficaces (EM), en el rendimiento de lechuga híbrida rosabella roja (*Lactuca sativa* L.), en condiciones de la unidad de Hidroponía – UNHEVAL – Huánuco 2014) donde menciona para número de hojas/planta el mayor promedio fue de 23,7 hojas/planta, mencionando que nuestros valores son superiores a los obtenidos

por este autor. Alvarado et al (2001) mencionan que los rendimientos de lechuga con la técnica de hidroponía oscilan entre 20 – 30 lechugas/m² sin embargo en esta investigación se obtuvo 36 lechugas/m².

TAMAÑO DE LA PLANTA

En la tabla (10) se observa con respecto al tamaño o longitud de la planta que se obtuvieron a los 38 días, el promedio total de las 40 unidades más alto lo obtuvo la V1 crespita con un valor de 227,5 cm, seguidamente por la V2 seda con un promedio de 221,25 cm. Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Roncagliolo (2015) en su trabajo de investigación (Efecto de sistemas Hidropónicos con aplicación de Microorganismos eficaces (EM), en el rendimiento de lechuga híbrida rosabella roja (*Lactuca sativa* L.), en condiciones de la unidad de Hidroponía – UNHEVAL – Huánuco 2014) donde señala para altura de la planta el promedio más alto lo obtuvo el T1 con 18,7 cm en la primera campaña, y 18 cm en la segunda campaña, con respecto a los resultados nuestros valores son superiores a los obtenidos por este autor.

36.1.3 SOSTENIBILIDAD SOCIOECONÓMICA

En la tabla (18) se observa con respecto a la rentabilidad en los resultados obtenidos podemos indicar que se obtuvo el valor de beneficio costo de \$ 1,42 es decir que los ingresos son superiores a los egresos ya que por cada unidad monetaria invertida se tendrá un retorno del capital invertido y una ganancia de \$ 0,42. Se podría decir que el proyecto es viable. Los resultados obtenidos por (Cordova, 2005) en su trabajo de investigación, Evaluación técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero en la Comuna de Calmuco, X Región en Valdivia – Chile, Según sus resultados obtenidos los ingresos brutos, que son los ingresos por venta de las lechugas, se obtienen de la venta

diaria de 260 lechugas a un valor de \$260 la unidad, con lo que se obtiene un ingreso anual de \$24.674.000, Esto implica que el proyecto es económicamente rentable con un VAN de \$36.332.732 y una TIR de 33,51%, arrojando una ganancia de \$0,31 por cada peso invertido.

36.1.4 SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Teóricamente con el sistema Nutrient Film Technique (NFT) no se hace uso de suelo, los químicos usados son en concentraciones pequeñas, se ahorra el agua. Aplicando esta técnica de cultivo se obtiene lechugas de calidad, en un menor tiempo con alta productividad en pequeñas áreas. También busca mejorar la calidad de los recursos naturales y aminorar la degradación del medio ambiente. (Mafla 2005)

Esta técnica de cultivo no contamina a los recursos naturales (suelo, agua y atmosfera) debido a que los químicos usados no se vierten directamente al suelo, por ello hay irrigación. También es un sistema de circuito cerrado no afecta al cuerpo de agua y toda la evaporación que ocurre es interna.

CONCLUSIONES

Al concluir el trabajo experimental para producir lechugas, utilizando solución nutritiva, mediante sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), se concluye lo siguiente:

- Se determinó el 96% de desempleo en personas de tercera edad y embarazadas.
- Los parámetros de control de pH y la CE de la solución nutritiva, reportó los siguientes promedios a los 38 días; el pH: 5,9 a 6,3; Conductividad Eléctrica: 1,8 a 2,1 ms/cm-1; respectivamente encontrándose dentro del rango establecido.
- Concluyendo que la variedad V1 crespa tuvo mejor efecto sobre rendimiento del cultivo de lechuga, obteniendo el más alto rendimiento con un peso de 500g; tamaño 24 cm; diámetro de la cabeza de lechuga 30,56cm; cantidad de hojas de lechuga 38 hojas. Y el menor rendimiento fue en la V2 Seda con un promedio del peso 350g; tamaño 20cm; diámetro de la cabeza de lechuga 30,23cm; cantidad de hojas de lechuga 24 hojas; respectivamente ampliamente significativa.
- En efecto, el proyecto es económicamente rentable con un VAN de \$9.720,36 y una TIR de 23% bajo un escenario realista.
- El sistema Nutrient Film Technique es factible económicamente, generando ingresos superiores a egresos, \$1,42 positivo el beneficio es mayor que el costo se puede afirmar, por cada unidad monetaria invertida se tendrá retorno del capital y una ganancia de \$0,42.
- Se concluye que el sistema hidropónico Nutrient Film Technique NFT evita la contaminación de los recursos naturales (agua, suelo y aire), no contamina al medio ambiente, convirtiéndose en una agricultura sostenible.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el control y monitoreo interdiaria de la solución nutritiva, como parámetro de control la (conductividad eléctrica y pH), ya que es muy importante en el desarrollo de las plantas durante el proceso de producción.
- Se recomienda esta técnica de cultivo, ya que son productos sustentables, presenta un nivel casi nulo de contaminación por pesticidas evitando la contaminación del aire y el suelo, optimiza el recurso del agua hasta en un 90%, Existe una mayor eficiencia en el uso de suelos agrícolas.
- El método de esta investigación no solamente sería replicable en población de mujeres embarazadas y ancianos, también en diferentes sectores desempleados y productores interesados en mejorar su economía y bienestar familiar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Barrios, A. (2004). Evaluación del cultivo de la lechuga, *Lactuca sativa* L. bajo condiciones hidropónicas en Pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. "Tesis Ing. Agrónomo. Guatemala. Universidad De San Carlos De Guatemala
- Beltrano, J. (2015). Cultivo en Hidroponía. primera edicion Editorial de La Universidad De La Plata. Argentina
- Cajo, C. (2016). Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas. "Tesis Ing. Agrónomo. Cevallos - Ecuador. Universidad Técnica de Ambato.
- Catata, C. (2015) COMPARATIVO DE VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Y SOLUCIONES NUTRITIVAS EN CULTIVO HIDROPÓNICO, EN SISTEMA "NFT" TIPO PIRAMIDAL, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN AREQUIPA. Tesis de Ing. Agrónomo. Arequipa - Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
- Carrasco, G. (1997). La técnica de solución nutritiva recirculante. Curso – Taller Internacional de Hidroponía: Hidroponía una esperanza para Latinoamérica - 1996. Lima. Perú. CIHNM-UNALM p 77-82.
- Carrasco, G. Izquierdo, J. (1996). La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante (NFT). Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Editorial Universidad de Talca
- Conde, L. (2014). Evaluó el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivada en hidroponía en el centro de investigación y producción Santo Tomas, Pichirhua Abancay. Tesis Ing. Agrónomo. Abancay-Apurímac. Universidad Tecnológica De Los Andes

- Cordova, W. (2005). Evaluación técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero en la Comuna de Calmuco, Tesis Ing. Agrónomo. Valdivia – Chile. Universidad Austral de Chile
- Fernández, G. (2009). Dimensión Económica de Desarrollo Sostenible. Editorial Club universitario. PP. 24
- Gavidia, (2016). Efecto de la solución nutritiva la Molina en el rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con el sistema NFT (Nutrient Film Technique) en condiciones de hidroponía. Tesis de Ing. Agrónomo. Huamiles – Huánuco. Universidad Nacional Hermilio Valdizán
- Grupo Latino. (2010). Manual de cultivos hidropónicos. Colombia
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. México: Interamericana Editores, S.A. de C.V. Quinta edición.
- Mafla, E. (2015). Respuesta de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Con tres niveles de fertilización en producción hidropónica en la zona de Ibarra, Provincia de Imbabura. (Tesis de Ingeniero Agrónomo). Universidad técnica de Babahoyo. El Ángel - Ecuador
- Marulanda, C. (2003). La Huerta Hidropónica Popular. Tercera Edición. FAO. Impreso en Chile.
- Morgan, L. (1999). El Cultivo Hidropónico de Lechugas. Editorial Casper Publications Pty Ltd. Australia
- Morocho, (2014). Evaluación del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Boston asociada con azolla ssp mas guano de isla en cultivo hidropónico en el distrito de Lircay - Angaraes – Huancavelica. Tesis Ing. Agrónomo. Huancavelica – Perú. Universidad Nacional de Huancavelica.

- Lardizábal y Arias, (2009) Manual de Producción de Lechuga
- León, G. (2006). Guía para los cultivos en invernaderos. (2daed.). México.
- López, S. (2016) DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCIOON DE LA LECHUGA HIDROPONICA (lactuca sativa L.) EN EL VALLE SANTA CATALINA TRUJILLO – LIBERTAD. Tesis de Ing. Agrónomo. Trujillo – Perú. Universidad Nacional de Trujillo facultad de ciencias agropecuarias.
- Pérez, G. Luque, A. (1974). Cultivo hidropónico de lechugas. Libro español.
- Ramirez, G. (2017). “Sistema de producción hidropónica de lechuga (lactuca sativa I)”. Tesis Ing. Agrónomo. Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina
- Rodríguez, A. y Chang, M. (2001). Curso Práctico de Hidroponía - Centro de Investigación De Hidroponía y Nutrición Mineral (CIHNM) de La UNALM.
- Rodríguez, A. (2017). DECIMO OCTAVO CURSO INTERNACIONAL DE HIDROPONIA-2017. CIHNM-UNALM. LIMA-PERU.
- Roncaglio, (2014). Efecto de sistemas hidropónicos con aplicación de microorganismos eficaces (EM), en el rendimiento de lechuga híbrida rosabella roja (Lactuca sativa L.), en condiciones de la Unidad de Hidroponía. Tesis de Ing. Agrónomo. Huánuco. UNHEVAL
- Sergen, G. (2015). Calidad de Lactuca sativa L. producida en cultivo hidropónico Nutrient Film Technique en el vivero de la Universidad Cesar Vallejo. Tesis Ing. Ambiental. Chiclayo. Universidad Cesar Vallejo.

ANEXO

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "PRODUCCION DE LECHUGA (Lactuca sativa L.) MEDIANTE EL SISTEMA HIDROPÓNICO (Nutrient Film Technique) PARA LA SOSTENIBILIDAD SOCIOECONOMICA AMBIENTAL EN LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS DISTRITO DE UMARI, PACHITEA - HUANUCO - 2019"

TESISTA: Bach. Evaristo Huera, Luz Jhadyra

PROBLEMAS	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	POBLACION Y MUESTRA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	Variable independiente	Solución nutritiva	Enfoque: Es mixta, porque implicaran la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos.	Población
¿En qué medida se podrá evaluar la sostenibilidad socioeconómica ambiental, con la producción de lechugas hidropónicas en la localidad de San Marcos, ¿Distrito de Umari, Pachitea - Huánuco - 2019?	<p>Evaluar la producción de lechuga (Lactuca sativa L.) mediante el sistema hidropónico (Nutrient Film Technique) para la sostenibilidad socioeconómica ambiental en la localidad de San Marcos distrito de Umari, Pachitea - Huánuco - 2019.</p> <p>OBJETIVO ESPECIFICO</p> <p>Determinar la realidad socio económica de la población de adulto mayor y embarazadas mediante encuestas.</p> <p>Determinar los parámetros de control de la solución nutritiva mediante el sistema hidropónico (Nutrient Film Technique).</p> <p>Comparar las variedades de lechugas "Seda y Crespa" de mayor rendimiento, cultivadas bajo sistema hidropónico (Nutrient Film Technique).</p> <p>Evaluar la sostenibilidad económica, mediante la técnica (VAN TIR) en la producción de lechugas hidropónicas.</p>	<p>H_a: Mediante la producción de lechuga en un sistema hidropónico (Nutrient Film Technique), se podrá evaluar la sostenibilidad socioeconómica ambiental en la localidad de San Marcos.</p> <p>H_o: mediante la producción de lechuga en un sistema hidropónico (Nutrient Film Technique), no se podrá evaluar la sostenibilidad socioeconómica ambiental en la localidad de San Marcos.</p>	<p>Sistema hidropónico (Nutrient Film Technique)</p> <p>Variable dependiente Producción de lechuga (Lactuca sativa L.)</p> <p>Variable interviniente Sostenibilidad socioeconómica ambiental</p>	<p>pH</p> <p>Conductividad eléctrica</p> <p>Cultivo Variedad de lechuga</p> <p>Socioeconómico Generación de empleo Generación de economía</p> <p>Ambiental Agua suelo</p>	<p>Tipo: La investigación es de tipo aplicativo</p> <p>Diseño de la investigación: La investigación presenta un diseño experimental completamente aleatorizado, ya que corresponde a realizar un análisis experimental en un determinado tiempo</p> <p>análisis estadístico:</p>	<p>población finita de lechugas, y población objetiva de beneficiarios (personas de tercera edad y mujeres embarazadas).</p> <p>Muestra Lechuga (Lactuca sativa L.): 80 lechugas. población objetiva de beneficiarios: 25 (entre personas de tercera edad y mujeres embarazadas)</p>

Estimar el nivel de sostenibilidad ambiental, en los cultivos hidropónicos.

Análisis de varianza (ANVA)

ANEXO 2 CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

TITULO: "PRODUCCION DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) MEDIANTE EL SISTEMA HIDROPÓNICO (Nutrient Film Technique) PARA LA SOSTENIBILIDAD SOCIOECONOMICA AMBIENTAL EN LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS DISTRITO DE UMARI, PACHITEA - HUANUCO - 2019"

TESISTA: Bach. Evaristo Huera, Luz Jhadyra

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS
V. independiente	Sistema hidropónico (Nutrient Film Technique)	El sistema consiste en recircular continuamente la solución por una serie de canales de tubo PVC de forma rectangular, llamados canales de cultivo.	Solución nutritiva	pH Conductividad eléctrica	Ms/cm	Observación directa
V. dependiente	Producción de Lechuga	Es el conjunto de actividades que permiten el desarrollo del cultivo de la lechuga bajo condiciones técnicas para la obtención de cosechas rentables.	Cultivos de variedad de lechuga	Peso tamaño diámetro cantidad de hojas	Kg cm cm	Observación directa

V. interveniente	Sostenibilidad socioeconómica ambiental	la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para entender a sus propias necesidades. Fomentando una actividad económica que suministre bienes necesarios a la población, garantizando crecimiento económico y bienestar social. Miller- (2007)	Lo que se quiere demostrar en la investigación, es la mejora de vida de las personas de tercera edad y mujeres embarazadas. para tener oportunidad de empleo, generar ingresos económicos permanentes y liquides disponible para que sigan operando en sus actividades; que serán desarrollados utilizando materiales de la zona y otros que no afecta al ambiente.	Socioeconómica Ambiental	Generación de empleo Generación de economía Suelo Agua	Observación directa Observación directa
---------------------	---	--	---	---------------------------------	---	--

ANEXO 3. FORMATOS PARA TOMAR DATOS DE CAMPO

ENCUESTA A REALIZAR LOS JEFES DE SECCIÓN VEGETALES DE SUPERMERCADOS Y RECREOS.

Fecha ___/___/___ Empresa

Encuestado

Cargo

1. ¿Vende productos como lechugas hidropónicas? SI ___ NO ___

2. ¿Qué Variedades de lechuga?

Tipo o variedad

3. ¿Estaría dispuesto a comprar productos de la zona? SI ___ NO ___

4. Precio pagado por producto? Precio _____

5. Forma de pago

Inmediato ___ 15 Días ___ Al mes ___ Más de un mes ___

4. ¿Cómo realizan la comercialización del producto con el productor?

5. ¿Qué hacen con lo que no se vende?

¿Cuál es la demanda por los productos?

Producto

Demanda (Día/Semana/15

Días/Mes)

COMPARACION DE LAS VARIEDADES DE LECHUGAS HIDROPONICAS

MUESTRA 1

LECHUGA (Lactuca sativa L.)		
	Lechuga crespa	Lechuga seda
Nº de plantas		
Peso		
Diámetro de cabeza		
Tamaño		
Cantidad de hojas		

MUESTRA 2

LECHUGA (Lactuca sativa L.)		
	Lechuga crespa	Lechuga seda
Nº de plantas		
Peso		
Diámetro de cabeza		
Tamaño		
Cantidad de hojas		

MUESTRA 3

LECHUGA (Lactuca sativa L.)		
	Lechuga crespa	Lechuga seda
Nº de plantas		
Peso		
Diámetro de cabeza		
Tamaño		
Cantidad de hojas		

ENCUESTA SOCIOECONOMICA A EMBARAZDAS Y PERSONAS DE TERCERA EDAD

1. ¿Actualmente tiene trabajo?

- a) Si
- b) No

2. ¿Le gustaría generar ingresos?

- a) Si
- b) No

3. ¿Le gustaría trabajar sin dejar sus demás actividades?

- a) Si
- c) No

4. ¿Crees que los químicos que se usan afectan al suelo?

- a) Si
- b) No

5. ¿cree usted en la escasez del agua en el futuro?

- a)Si
- b)No

ANEXO 4: DATOS TOMADOS DE CAMPO

ENCUESTA SOCIOECONOMICA A EMBARAZDAS Y PERSONAS DE TERCERA EDAD

Juanan Retiz Porzila

1. ¿Actualmente tiene trabajo?

- a) Si
- b) No

2. ¿Le gustaría generar ingresos?

- a) Si
- b) No

3. ¿Le gustaría trabajar sin dejar sus demás actividades?

- a) Si
- c) No

4. ¿Crees que los químicos que se usan afectan al suelo?

- a) Si
- b) No

5. ¿cree usted en la escasez del agua en el futuro?

- a) Si
- b) No

Juanan Retiz Porzila

COMPARACION DE LAS VARIEDADES DE LECHUGAS HIDROPONICAS

MUESTRA 1

LECHUGA (Lactuca sativa L.)		
	Lechuga crespa	Lechuga seda
Nº de plantas	1	1
Peso	400 g	300 g
Diámetro de cabeza	30.56 cm	30.23 cm
Tamaño	24 cm	20 cm
Cantidad de hojas	38 hojas	24 hojas

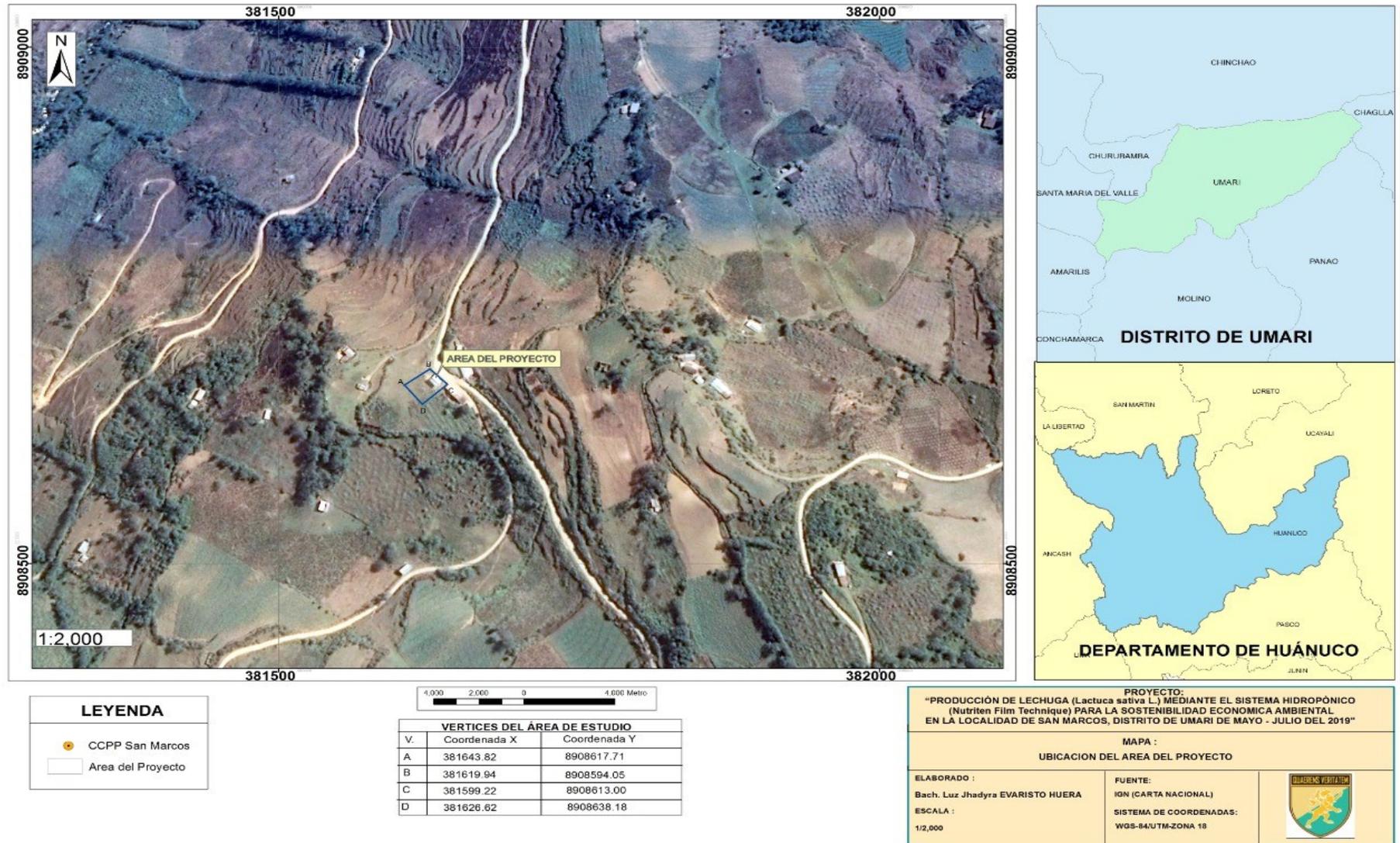
MUESTRA 2

LECHUGA (Lactuca sativa L.)		
	Lechuga crespa	Lechuga seda
Nº de plantas	1	1
Peso	400 g	200 g
Diámetro de cabeza	29.28 cm	27.70 cm
Tamaño	23 cm	20 cm
Cantidad de hojas	36 hojas	24 hojas

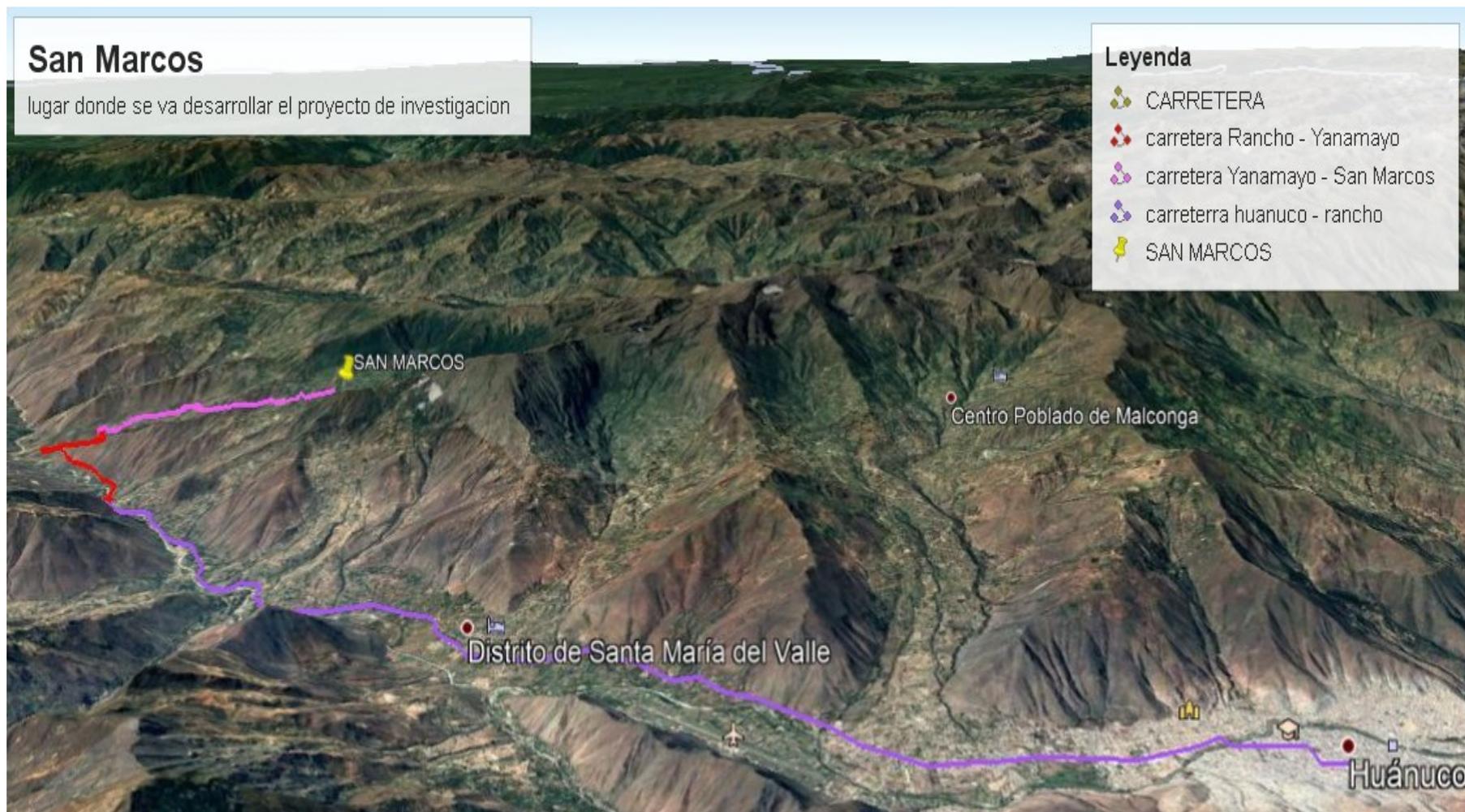
MUESTRA 3

LECHUGA (Lactuca sativa L.)		
	Lechuga crespa	Lechuga seda
Nº de plantas		
Peso	500	350
Diámetro de cabeza	30.56	30.23
Tamaño	24 cm	21 cm
Cantidad de hojas	38 hojas	25 hojas

ANEXO 5. MAPA



ANEXO 5.1. VÍAS DE ACCESO DE HUÁNUCO A LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS



ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS DE TRABAJOS DE CAMPO

Construcción del invernadero y del sistema NFT



Almacigo de las lechugas



Día 18 después del almácigo



Trasplante de las plántulas al sistema NFT



A los 3 días del trasplante



Micro tubos de ingreso y salida de solución nutritiva



Visita del jurado de tesis



Medición de pH y conductividad eléctrica



Formación de cabezas de lechuga y solución nutritiva



Cosecha de las lechugas



Medición de la raíz, diámetro, tamaño



ANCIANOS Y EMBARAZADAS



ANEXO 7. COSTO DE PRODUCCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA NFT

Construcción del invernadero	
- 4 postes de 4 metros	00.00
- Carrizos	00.00
- Malla raschel (50%)	100.00
TOTAL	100.00
Detalles costo del sistema NFT	
- Electrobomba	100.00
- Tanque de 80 L	80.00
- Pegamento	3.00
- Taimer digital	60.00
- Contactor de 10 amperios	20.00
- Llave termo magnética	30.00
- Micro tubos	00.00
- 2 reductores	6.00
- 3 codos de ¾	6.00
- Cable de 14 – 25m	25.00
- Llave check	20.00
- Tubo de PVC 3" 8 de 3m	100.00
- Caña de bambú 8 de 3m	00.00
- Llave de paso de ¾	4.00
- Manquera 1 metro	2.00
- Manqueras blancas 6m	6.00
- Tubo de PVC 1" – 2m	10.00
- 1 Rosca de 1pulg	3.00
- Teflón	2.00
- Tapones de 3" – 8	16.00
- Clavos	4.00
- 4 postes de 2m	00.00
TOTAL	497
detalles de costo de producción de lechugas	
- Semillas	10.00
- Solución nutritiva	35.00
- Kekila	3.00
- pH- metro	90.00
- conductímetro	90.00
TOTAL	228
TOTAL GENERAL	800

ANEXO 8. RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE ASESOR.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 027-2019-D-FI-UDH

Huánuco, 13 de febrero de 2019

Visto, el Oficio N° 041-2019-C-EAPIA-FI-UDH presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 2842-18, de la estudiante **Luz Jhadyra, EVARISTO HUERA**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 2842-18, presentado por el (la) estudiante **Luz Jhadyra, EVARISTO HUERA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Ing. Heberto Calvo Trujillo, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la estudiante **Luz Jhadyra, EVARISTO HUERA**, al Ing. Heberto Calvo Trujillo, Docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHANNY P. ARDICH RUIZ
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE FACULTAD DE INGENIERÍA

ANEXO 9. RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería* RESOLUCIÓN N° 909-2019-CF-FI-UDH

Huánuco, 09 de Setiembre de 2019

Visto, el oficio N° 609-2019-C-EAPIC-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente el(la) bachiller Luz Jhadyra, EVARISTO HUERA, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Anulación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 2474-19, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el(la) bachiller Luz Jhadyra, EVARISTO HUERA, ha sido Anulado, y

Que según Resolución N° 234-2019-CF-FI-UDH, se aprueba el proyecto de "PRODUCCIÓN DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L.) MEDIANTE EL SISTEMA HIDROPÓNICO (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) PARA LA SOSTENIBILIDAD SOCIOECONÓMICA AMBIENTAL EN LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS DISTRITO DE UMARI, MAYO – JULIO 2019" presentado por el(la) bachiller Luz Jhadyra, EVARISTO HUERA, el mismo que solicita el cambio de título del proyecto de investigación en coordinación con su asesor; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 09 de setiembre de 2019 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - ANULAR, la resolución N° 234-2019-CF-FI-UDH de fecha 08 de abril del 2019;

Artículo segundo. - APROBAR, el Proyecto de Investigación Titulado:

"PRODUCCIÓN DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L.) MEDIANTE EL SISTEMA HIDROPÓNICO (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) PARA LA SOSTENIBILIDAD SOCIOECONÓMICA AMBIENTAL EN LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS DISTRITO DE UMARI, PACHITEA – HUÁNUCO - 2019" presentado por el(la) bachiller Luz Jhadyra, EVARISTO HUERA, para optar el Título de Ingeniera Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHANNY P. JACCHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Bertha Campos Rios
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIA – CGT – Asesor – Exp. Graduando – Interesado – Archivo.
BCR/IJR.

ANEXO 10. RESOLUCION DE DESIGNACION DE JURADO DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1046-2019-D-FI-UDH

Huánuco, 19 de setiembre de 2019

Visto, el Of. N° 624-2019-C-EAPIA-FI-UDH y el Exp. N° 2318-19 presentado por el Coordinador de la EAP de Ingeniería Ambiental, quien informa que el (la) Bach. **Luz Jhadyra, EVARISTO HUERA** solicita Revisión del informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Láctuca Sativa L.) MEDIANTE EL SISTEMA HIDROPÓNICO (Nutrient Film Technique) PARA LA SOSTENIBILIDAD SOCIOECONÓMICA AMBIENTAL EN LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS DISTRITO DE UMARI, PACHITEA - HUÁNUCO - 2019"**.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Art. N° 38 y 39 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, es necesaria la revisión del Trabajo de Investigación (Tesis) por la Comisión de Grados y Títulos de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- NOMBRAR, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Láctuca Sativa L.) MEDIANTE EL SISTEMA HIDROPÓNICO (Nutrient Film Technique) PARA LA SOSTENIBILIDAD SOCIOECONÓMICA AMBIENTAL EN LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS DISTRITO DE UMARI, PACHITEA - HUÁNUCO - 2019"**, presentado por el (la) Bach.: **Luz Jhadyra, EVARISTO HUERA**, de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas PRESIDENTE
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva SECRETARIO
- Ing. Marco Antonio Torres Marquina VOCAL

Artículo Segundo.- Los miembros del Jurado Revisor tienen un plazo de siete (07) días hábiles como máximo, para emitir el informe y opinión acerca del Trabajo de Investigación (Tesis).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE,



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Bertha Campos Rios
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución: