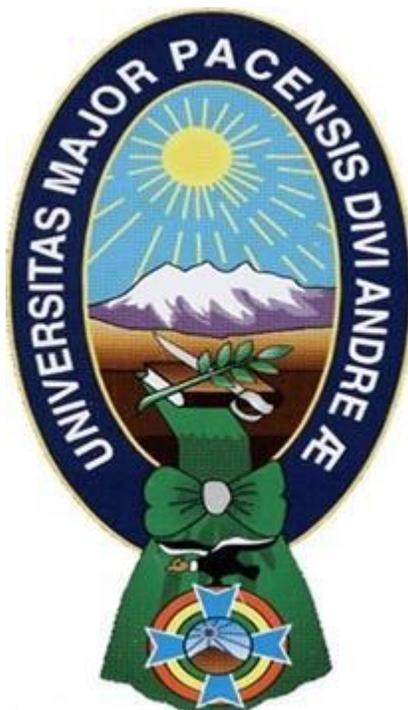


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE TRES SOLUCIONES HIDROPONICAS Y DOS
TIPOS DE SUSTRATOS EN CULTIVO DEL PEPINO
(*Cucumis sativus* L.) EN EL MUNICIPIO DEL ALTO**

Jhoselin Marioly Beltran Montes

La Paz – Bolivia

2020

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTO DE TRES SOLUCIONES HIDROPONICAS Y DOS
TIPOS DE SUSTRATOS EN CULTIVO DEL PEPINO
(*Cucumis sativus* L.) EN EL MUNICIPIO DEL ALTO**

**Tesis de Grado presentado como requisito parcial para optar el
Título de Ingeniero Agrónomo**

JHOSELIN MARIOLY BELTRAN MONTES

ASESOR:

Ing. M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta.....

TRIBUNAL REVISOR

Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas.....

Ing M.Sc. Paulino Ruiz Huanca.....

Ing M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado.....

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador.....

2020

La Paz – Bolivia

DEDICATORIA

A mis padres Nemecio Bertrán Monrroy y Frecia Montes Ticona, por haberme forjado como la persona que soy el día de hoy, muchos de mis logros se los debo a ellos, son mi ejemplo de constancia, dedicación y mi fortaleza de inspiración diaria.

A mis hermanos Franco y Leonel por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me dio la fortaleza para seguir siempre adelante aun en las pruebas y dificultades porque su gracia me sostiene y donde el esta no me faltara absolutamente nada.

A mi hermosa Universidad, por abrirme sus puertas del conocimiento. A mi maravillosa Facultad de Agronomía nido de muchos que, como yo, eligieron esta extraordinaria carrera y que con mucho orgullo, pasión y respeto representare.

Mi más profunda gratitud al Ing. M. Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta, por él, asesoramiento, paciencia y apoyo incondicional para la realización del presente trabajo.

Agradecer al tribunal revisor conformado por los profesionales: Ing. Luis Humberto Ortuño rojas Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado e Ing. M.Sc. Paulino Ruiz huanca, por las correcciones y observaciones realizadas en el presente trabajo.

A mis queridos amigos de confianza Elvia Moya y Adolfo Castro que me brindan su amistad sincera, su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE CUADROS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
RESUMEN	XIV
SUMMARY	XV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación	3
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo General	4
2.2 Objetivos Específicos.....	4
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Origen e historia.....	5
3.2 Cultivo del pepino.....	5

3.2.1 Clasificación taxonómica del pepino	5
3.2.2 Valor nutricional	5
3.2.3 Variedades de pepino	6
3.2.4 Características morfológicas.....	8
3.2.5 Fenología.....	11
3.2.6 Requerimientos climáticos y edáficos	11
3.2.7 Plagas y enfermedades en los cultivos hidropónicos.....	12
3.3 Hidroponía	13
3.3.1 Ventajas y desventajas del cultivo hidropónico.....	14
3.3.2 Análisis comparativo tradicionales e hidropónicos o sin suelo.....	14
3.4 Métodos hidropónicos	15
3.4.1 Sistemas de cultivo sobre sustrato	15
3.4.2 Sistemas de contacto directo con la solución nutritiva.....	15
3.4.3 Sistemas hidropónicos en medio líquido.....	16
3.4.4 Sistemas hidropónicos en sustrato	16
3.4.5 Sistema mixto (suelo e hidroponía).....	16
3.5 Solución nutritiva.....	18
3.5.1 Desordenes nutricionales del cultivo del pepino	19
3.5.2 Solución hidropónica FAO	30
3.5.3 Solución hidropónica INIA.....	31

3.5.4 Solución hidropónica Cabezas	31
3.5.5 Preparación solución nutritiva	32
3.6 Parámetros en cultivos hidropónicos	33
3.6.1 Temperatura de la solución nutritiva	34
3.6.2 Peachimetro (pH).....	34
3.6.3 Conductividad Eléctrica (CE)	34
3.7 Riego.....	35
4. LOCALIZACIÓN	37
4.1 Descripción	37
4.2 Características climáticas	38
4.3 Vegetación	38
5. MATERIALES Y MÉTODOS	39
5.1 Material Genético	39
5.2 Materiales para el sistema	39
5.2.1 Material de campo	39
5.2.2 Material de laboratorio	39
5.2.3 Material de escritorio.....	39
5.3 Metodología	40
5.3.1 Almácigo	40
5.3.2 Nivelado del suelo.....	40

5.3.3 Preparación y limpieza del sustrato	40
5.3.4 Preparación de las bolsas.....	40
5.3.5 Llenado de sustratos a las bolsas.....	40
5.3.6 Trasplante de Plantas	40
5.3.7 Tutorado	41
5.3.9 Medición de temperatura	41
5.3.10 Deshierbe	41
5.3.11 Poda de hojas.....	41
5.3.12 Cosecha.....	41
5.3.13 Diseño experimental	42
5.4 Variables Agronómicas	44
5.4.1 Altura de la planta (cm).....	44
5.4.2 Longitud de fruto (cm).....	44
5.4.3 Cantidad de flores.....	44
5.4.4 Diámetro del fruto (cm)	44
5.4.5 Cantidad de frutos.....	44
5.5 Variables fenológicas	45
5.5.1 Días a la floración	45
5.5.2 Días a la Cosecha.....	45
5.6 Variables de rendimiento	45

5.6.1	Peso de fruto por unidad experimental (g)	45
5.7	Análisis Económico Preliminar	45
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	47
6.1	Altura de planta (cm)	47
6.2	Cantidad de flores	51
6.3	Cantidad de frutos	54
6.4	Longitud de Fruto (cm)	58
6.5	Diámetro de Fruto (cm)	62
6.6	Días a la floración	66
6.7	Días a la Cosecha	68
6.8	Peso de Fruto (g)	70
6.9	Rendimiento (kg/m ²)	74
6.10	Análisis Económico	75
6.10.1	Rendimiento Ajustado	75
6.10.2	Beneficio Bruto	76
6.10.3	Costos Variables	76
6.10.4	Costos Fijos	77
6.10.5	Costos Totales	78
6.10.6	Beneficios Netos	78
6.10.7	Relación Beneficio/ Costo (Bs/Campaña)	79

7. CONCLUSIONES.....	80
7.1 RECOMENDACIONES	82
8. BIBLIOGRAFÍA	83
8.1 LITERATURA CONSULTADA	83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 <i>Clasificación Taxonómica Pepino</i>	5
Cuadro 2 <i>Análisis Comparativos Tradicionales e Hidropónicos</i>	14
Cuadro 3 <i>Análisis de Varianza para Altura de Planta</i>	47
Cuadro 4 <i>Prueba Duncan de Solución Nutritiva</i>	48
Cuadro 5 <i>Prueba Duncan del Sustrato</i>	49
Cuadro 6 <i>Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Altura de Planta</i>	50
Cuadro 7 <i>Análisis de Varianza Cantidad de Flores</i>	51
Cuadro 8 <i>Prueba Duncan Cantidad de Floración Solución Promedio</i>	52
Cuadro 9 <i>Prueba Duncan de Floración Sustrato Promedio</i>	53
Cuadro 10 <i>Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Cantidad de Flores</i>	53
Cuadro 11 <i>Análisis de Varianza Cantidad de Frutos</i>	55
Cuadro 12 <i>Prueba Duncan Cantidad de Frutos Solución Promedio</i>	56
Cuadro 13 <i>Prueba Duncan Cantidad de Frutos Sustrato Promedio</i>	56
Cuadro 14 <i>Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Cantidad de Frutos</i>	57
Cuadro 15 <i>Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Longitud del Fruto</i> .	58
Cuadro 16 <i>Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas en la Variable Longitud de Fruto</i>	60
Cuadro 17 <i>Prueba Duncan de la Longitud de Frutos Sustrato Promedio</i>	60

Cuadro 18 <i>Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Longitud del Fruto</i>	61
Cuadro 19 <i>Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Diámetro del Fruto.</i>	62
Cuadro 20 <i>Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas en la Variable Diámetro de Fruto.</i>	63
Cuadro 21 <i>Prueba Duncan del Diámetro de Frutos Sustrato Promedio</i>	64
Cuadro 22 <i>Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Diámetro del Fruto.</i>	65
Cuadro 23 <i>Análisis de Varianza Días a la Floración</i>	66
Cuadro 24 <i>Análisis de Varianza Días a la Cosecha</i>	68
Cuadro 25 <i>Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Peso del Fruto</i>	71
Cuadro 26 <i>Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas en la Variable, Peso del Fruto.</i>	72
Cuadro 27 <i>Prueba Duncan del Peso de Frutos Sustrato Promedio</i>	72
Cuadro 28 <i>Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Peso del Fruto</i>	73
Cuadro 29 <i>Rendimiento Ajustado</i>	76
Cuadro 30 <i>Beneficio Bruto</i>	76
Cuadro 31 <i>Costos Variables</i>	77
Cuadro 32 <i>Costos fijos</i>	77
Cuadro 33 <i>Costos Totales</i>	78
Cuadro 34.....	78
Cuadro 35 <i>Relación Beneficio /Costo (Bs Campaña)</i>	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Parte Comestible del Pepino de 100 g.</i>	6
Tabla 2 <i>Estado Fenológico del Pepino</i>	11
Tabla 3 <i>Cantidad de Elementos Requeridos en la Solución Hidropónica FAO</i>	30
Tabla 4 <i>Cantidad de Elementos Requeridos en la Solución Hidropónica INIA</i>	31
Tabla 5 <i>Cantidad de Elementos Requeridos en la Solución Hidropónica Cabezas</i> ..	31
Tabla 6 <i>Empleabilidad Litros de Solución en el Cultivo</i>	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Localización del lugar de investigación</i>	37
Figura 2 <i>Distribución de las Unidades Experimentales</i>	43
Figura 3 <i>Comparación Días a la Floración</i>	67
Figura 4 <i>Comparación Días a la Floración</i>	69
Figura 5 <i>Comparación en Cuanto al Rendimiento kg/m²</i>	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 fotos Durante la Investigación	92
Anexo 2 Almacigo de Semillas	97
Anexo 3 Preparación de Sustratos	97
Anexo 4 Trasplante de Plantas	98
Anexo 5 Primeras Hojas.....	98
Anexo 6 Riego con Soluciones.....	99
Anexo 7 Deshierbe de plantas	99
Anexo 8 Tutorio.....	100
Anexo 9 Aparición de Flores	100
Anexo 10 Días a la Floración	101
Anexo 11 Etapa de Floración	101
Anexo 12 Poda de Hojas.....	102
Anexo 13 Flor Femenina del Pepino	102
Anexo 14 Etapa de Fructificación.....	103
Anexo 15 Recubrimiento con Malla.....	103
Anexo 16 Fruto Maduro.....	104
Anexo 17 Longitud del fruto.....	104
Anexo 18 Diámetro de Fruto	105
Anexo 19 Peso de Fruto.....	105

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la ciudad de El Alto – Bolivia en predios de la asociación APRODAM, con el objetivo determinar el efecto de tres soluciones hidropónicas y dos tipos de sustrato en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L).

Se optó el diseño completamente al azar con arreglo bi factorial evaluando tres soluciones hidropónicas diferentes FAO, INIA, Cabezas, con dos diferentes factores de sustratos arena y arena –aserrín, de acuerdo a los resultados obtenidos existe una influencia en las variables agronómicas, fenológicas y de rendimiento.

Para las variables agronómicas: En cuanto a la altura de planta, existió una altamente significancia con respecto a utilizar diferentes soluciones nutritivas y sustratos, dando como mayor altura al T5 INIA – Aserrín con un promedio 69,33 cm teniendo así al T3 Cabezas – Arena con el promedio más bajo de 34,67 cm. En cuanto a la longitud del fruto, se obtuvo una mayor longitud con el T5 INIA – Aserrín dando 19,00 cm promedio por planta teniendo así T6 Cabezas – Aserrín con el promedio más bajo de 16.73 cm.

En cuanto al peso del fruto, existió altamente significancia con respecto a utilizar diferentes soluciones nutritivas y sustratos dando como mayor peso del fruto a la solución nutritiva T2 INIA – Arena con un promedio 355.92 gramos así T6 a la solución Cabezas – Aserrín con el promedio más bajo de 138.09 gramos.

Económicamente los mayores beneficios fue el T2 es el de mejor B/C de 1.44 seguido de T1, T4, T5, con valores de 1.35; 1.03; 1.01; los tratamientos T3, T6, establecieron menor B/C de 0.51 y 0.28 indicando que los valores mayores a 1 son económicas rentables a diferencia de los menores.

SUMMARY

The present study was carried out in the city of El Alto - Bolivia in properties of the APRODAM association, with the objective of determining the effect of three hydroponic solutions and two types of substrate in the cultivation of cucumber (*Cucumis sativus*).

The completely randomized design was chosen with a bi-factorial arrangement evaluating three different hydroponic solutions FAO, INIA, Cabezas, with two different factors of sand and sand substrates - sawdust, according to the results obtained there is an influence on the agronomic, phenological and performance.

For agronomic variables: Regarding the height of the plant, there was a high significance regarding the use of different nutritive solutions and substrates, giving the highest height to T5; INIA - Sawdust with an average 69,33 cm, thus having T3 Cabezas - Sand with the lowest average of 34,67 cm. Regarding the length of the fruit, a greater length was obtained with T5; INIA - Sawdust giving 19,00 cm average per fruit thus having T6; Heads - Sawdust with the lowest average of 16,73 cm.

Regarding the weight of the fruit, there was highly significance with respect to using different nutritive solutions and substrates, giving the highest weight of the fruit was T2; INIA - Sand with an average 355.92 grams, as well as the T6 solution Heads - Sawdust with the lowest average of 138.09 grams.

Economically, the greatest benefits were T2 is the one with the best B / C of 1.44 followed by T1, T4, T5, with values of 1.35; 1.03; 1.01; treatments T3, T6, established a lower B/C of 0.51 and 0.28, indicating that values greater than 1 are economically profitable unlike the lower ones.

1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia, la investigación agrícola tiene un proceso de cambio continuo, cuyo principal desafío es maximizar la producción por medio del uso de tecnología generada, adecuada y compatiblemente con los recursos ecológicos, económicos y socioculturales de nuestro país, Aguirre (2016).

Los diferentes problemas agroclimáticos como la erosión de suelos, el empleo excesivo de plaguicidas, el cambio climático y sobre todo el sistema minifundista de nuestro país han ocasionado la búsqueda de nuevas alternativas para la producción hortícola, teniendo entre otras a la producción hidropónica. La cual esta mejora las cosechas aumentando así la calidad, reduciendo el periodo vegetativo y siendo una técnica que optimiza el uso del recurso suelo ya que requiere de espacios de cultivo pequeños. Con todo, el manejo del sistema hidropónico relativamente es más sencillo ya que en todo invernadero el control ambiental es más accesible y la incidencia de plagas menos probable. No obstante, es imprescindible adquirir los conocimientos pertinentes respecto a su manejo, Velasco., et al (2016).

Hasta hace un tiempo, la producción hidropónica en invernadero era una práctica costosa que solo se justificaba para cultivos muy valiosos, hoy gracias a la existencia en el mercado de nuevos materiales, los invernaderos constituyen una herramienta útil y económica con la cual es posible prolongar los periodos de crecimiento de las plantas en general, Hidalgo (2018).

Estos elementos combinados podrían mejorar la eficiencia en la producción hidropónica en este sentido, este estudio intenta evaluar el efecto de tres soluciones hidropónicas y dos tipos de sustrato que muestren mayor eficiencia en el incremento de la producción del cultivo de pepino, porque representan un potencial alternativo para mejorar la productividad del cultivo.

1.1 Antecedentes

Es una especie cultivada en diferentes zonas de la geografía mundial, sobre todo entre los 50° de latitud norte y los 30° de latitud sur, fundamentalmente en climas cálidos y no demasiados fríos, debido a la amplia gama de altitudes en que el pepino se cultiva en tanto en el continente americano como en el viejo mundo, da como resultado una gran diversidad morfológica de sus semillas y frutos (colores, formas y grosores), la existencia de variedades con ciclos de vida de diferente duración , así como la de numerosas variaciones locales con características agronómicas sobresalientes (resistencia a varias enfermedades virales), que indican claramente la prominente variación genética de sus poblaciones Kristkova .,et al (2003).

Alanoca (2017) cita a Huerres (1991) Mencionando los nombres en lenguas nativas y en español que ha recibido esta especie, lo que demuestra su amplia difusión. Así como en quechua se lo nombra como: Cachum, Xachum; en Aymaya Kachuma; Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia Pepino; Regiones central y Meridional— Mataserrano Canarias –Peramelon; en inglés Sweet cucumber o Pear Melón,

En los últimos años se incrementó la demanda de este fruto y como consecuencia la producción en el año agrícola 2018.

A nivel mundial se obtuvo 75219440 ton, China encabezó con 56293536 Ton; México con 1072048 ton; España con 700819 ton; Estados Unidos con 643661 ton, a nivel sudamericano Perú encabezó con 44288 ton; Chile con 37176 ton; Colombia 21392 ton; Ecuador 5003 ton y Bolivia 4686 ton, FAOSTAT (2020).

Bolivia se caracteriza por una producción de amplia aceptación e importancia al cultivo original del pepino, dando, así como producción por año agrícola al departamento de Santa Cruz con 2402 ton; La Paz con 955 ton; Pando con 394 ton; Cochabamba con 381 ton; Tarija con 230 ton; Potosí con 101 ton; Chuquisaca con 91 ton y Oruro con 15 ton, INE (2020).

1.2 Justificación

Hoy en día la agricultura es manejada bajo condiciones geográficas, severas y agravadas entre muchas cosas, todo esto trae como consecuencia los bajos rendimientos de los cultivos procedentes de una agricultura tradicional dentro de muchos inconvenientes como el envejecimiento del suelo por la práctica de los monocultivos aplicación excesiva de fertilizantes y uso indiscriminado de pesticidas, Hidalgo (2018).

La presente investigación mostrará las alternativas de utilizar diferentes soluciones y determinar la mejor respuesta para su producción, además conocer la adaptabilidad y los rendimientos de este producto al ser de ciclo corto permite tener entre dos a tres cosechas durante su ciclo vegetativo.

También se ha visto por conveniente la utilización de sustratos como la arena común y el aserrín como material de desecho industrial a lo cual se les puede dar uso, constituyéndose en este caso como la materia prima para la presente investigación, ya que en lugar de ser desechados son utilizados de una manera óptima con un impacto en la disminución de costos, Soria (2011)

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ✓ Determinar el efecto de tres soluciones hidropónicas y dos tipos de sustrato en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) en el municipio de El Alto.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar el efecto de tres soluciones hidropónicas (FAO, INIA, Cabezas) y dos tipos de sustrato (Arena, Arena Aserrín) en las variables agronómica fenológicas y de rendimiento en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.).
- ✓ Realizar un análisis de costos parciales por tratamiento.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen e historia

Decoteau (2000) cita a Lower y Edwars (1986) sosteniendo el origen del cultivo:

El pepino es originario de las regiones tropicales del Sur de Asia, siendo cultivado en la India desde hace más de 3,000 años. De la India se extendió a Grecia y de ahí a Roma y posteriormente se introdujo en China. Además, el cultivo del pepino fue introducido por los Romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, ya que Cristóbal Colon llevo semillas a América.

3.2 Cultivo del pepino

3.2.1 Clasificación taxonómica del pepino

Rojas (2010) describe taxonómicamente del pepino de la siguiente manera:

Cuadro 1

Clasificación Taxonómica Pepino

Clase	Magnoliopsida
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Genero	Cucumis
Especie	<i>Cucumis sativus</i> L.
Fuente 1: Fuente: Rojas (2010)	

3.2.2 Valor nutricional

En cuanto a su contenido nutricional es una de las hortalizas que contiene las vitaminas A, B, C y minerales, que son indispensables en la alimentación humana.

El pepino es una auténtica baza nutritiva, entre sus vitaminas destacan del grupo B, imprescindible para favorecer el impulso nervioso y la salud celular además contiene ácido fólico, vitamina C, calcio, hierro, magnesio fosforo, potasio y zinc por todo ello la organización mundial de la salud recomienda su consumo.

Tabla 1

Parte Comestible del Pepino de 100 g.

Contenido Nutricional					
Calcio	(Mg)	20,00	Niacina	(Mg)	0,10
Fosforo	(Mg)	22,00	Calorías	(cal)	11,00
Hierro	(Mg)	0,30	Agua	(%)	96,40
Vitamina A	(AU)	17,00	Proteínas	(g)	0,50
Vitamina B1	(Mg)	0,03	Carbohidratos	(g)	2,60
Vitamina B2	(Mg)	0,04	Fibra	(g)	0,40
Vitamina C	(Mg)	12,60	Cenizas	(g)	0,40

Fuente 2: Fuente: Lopez (2003)

3.2.3 Variedades de pepino

Los cultivares modernos de pepino son gineceos y, por lo tanto, producen grandes producciones concentradas Gordon (1992). Las variedades de pepino antes utilizadas eran de polinización abierta, ahora se han empezado a utilizar variedades híbridas.

La mejora genética de este cultivo está encaminada a la obtención de variedades de floración principal o totalmente femenina (plantas gineoicas) dando como resultado frutos partenocarpicos (si no son polinizados), las ventajas de estas variedades es que presentan frutos con tamaños y diámetros mayor por lo que la productividad y al calidad aumenta , también se reducen los riesgos de malformación

de los frutos y no presentan semillas , tienen como desventaja la planta menos rugosa pero a causa de esto la planta requiere menos podas.

Por tal motivo las mayorías de las variedades de pepino presentan flores femeninas se buscan otras formas de aumentar los rendimientos a bajo costo logrando con ello una mejor calidad nuestros productos y exportaciones se pueden englobar en los siguientes tipos:

3.2.3.1 Pepino francés o slicer

Las variedades de longitud media, monoicas y gineoicas dentro de estas últimas se diferencian las variedades cuyos frutos tiene espinas y las de piel lisa de floración partenocarpica.

Se trata de pepinos semilargos de 15-25 cm de longitud y 3-5 cm de diámetro. Los frutos son cilíndricos y rectos, de color verde oscuro uniforme Reche (2011). Presenta menos verrugas y espinas que el tipo corto y dispone de una piel gruesa que le proporciona una buena capacidad de conservación, característica que lo hace más resistente a daños durante la manipulación y el transporte, Shetty y Wehner (1998), pero que dificulta su consumo si no es pelado.

Existen variedades con o sin cucurbitacina asi como el tipo corto las hay monoicas, gineoicas con polinización y ginoicas partenocarpicas. La mayor parte de la producción española es como el tipo anterior para el consumo interno Reche (2011).

3.2.4 Características morfológicas

3.2.4.1 Sistema radicular

Su sistema radicular es muy abundante, ya que su raíz principal puede alcanzar hasta 1.1 m de profundidad, sin embargo, las raíces secundarias son bastantes superficiales, muy finas, alargadas y de color blanco. Esta hortaliza tiene un sistema de raíces muy compacto, debido a esto, tiende a aumentar sus requerimientos de humedad en comparación con otras hortalizas Gálvez (2004).

Está constituido por una raíz principal muy potente que se ramifica muy rápidamente para dar raíces secundarias y una cantidad abundante de pelos absorbentes muy finos, alargados de color blanco. Llega alcanzar hasta 1,2 m de longitud, se ramifica principalmente en los primeros 25 a 30 cm, Ojeda (2011).

3.2.4.2 Tallo

El tallo principal es espinoso, flexible, de sección angular, cubierto de pelos, con crecimiento indeterminado, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo en el lado opuesto de la misma. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores, Zamudio et al (2014).

Es anguloso y espinoso de porte rastrero y trepador, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales, en cada nudo parte una hoja y un zarcillo, en la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores, García (2008).

3.2.4.3 Hojas

Las hojas son simples y acorazonadas alternas pero opuestas a los zarcillos y poseen de 3-4 lóbulos más o menos pronunciados, siempre el central más puntiagudo dependiendo de la variedad y a veces no se aprecian normalmente, Reche (2011).

Tiene el peciolo largo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino, PROMEC (2007).

3.2.4.4 Flor

López (2003) señala que las plantas de pepino contienen flores de ambos sexos en la misma planta, por lo que se considera monoica, de polinización cruzada; algunas variedades presentan flores hermafroditas. Al inicio se presentan solo flores masculinas en la parte baja de la planta, al centro, en igual proporción las flores masculinas como femeninas estas predominan en la parte superior las flores masculinas y femeninas se sitúan en las axilas de las guías secundarias, la productividad del cultivo dependerá en gran medida la cantidad de flores femeninas que tenga, pues estas se convertirán en frutos.

El pepino es una planta de polinización cruzada, la flor presenta el pedúnculo corto, los pétalos son de color amarillo de amplia variabilidad, en la misma planta de forma separada se presentan flores masculinas, femeninas y además ciertas variedades pueden presentar flores hermafroditas, Bolaños (1998).

3.2.4.5 Fruto

El fruto de esta hortaliza es largo, cilíndrico y carnoso, su tamaño depende mucho de la variedad o tipo de fruto. El pericarpio duro, de color verde oscuro o amarillo cuando ya esté maduro la pulpa posee ese color blanquecino con un sabor refrescante. Tiene semillas repartidas en lo largo del fruto, esta es muy definida en los frutos originados por polinización y ausentes en los frutos que son partenocarpicos, Mármol (2011).

Áspero o liso, dependiendo de la variedad, que cambia desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque se recolección se realiza antes de su madurez fisiológica.

La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable, son ovales, algo aplastadas de color blanco amarillento, Casaca (2005).

3.2.4.6 Semilla

Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco amarillento, prácticamente todas las variedades cultivadas comercialmente son ginoicas o partenocarpías, Inifap (2014).

Hernández (1992) citado por Cedeño et al., (2008) menciona que la cantidad de semilla depende de las variedades, lo mismo que su peso. Se pueden considerar que entran .0-45 semillas por gramo. Un fruto puede proporcionar más de 250 gramos de semillas, el poder germinativo de las semillas dura hasta cinco años, lo que depende principalmente de las condiciones de preservación.

3.2.5 Fenología

El ciclo del pepino es corto y varia de una localidad a otra dependiendo las condiciones edafoclimáticas del cultivar sembrado y del manejo agronómico que reciba durante su desarrollo; sin embargo, bajo las condiciones climáticas el pepino presenta el siguiente ciclo fenológico, López (2003).

Tabla 2

Estado Fenológico del Pepino

Estado Fenológico	Días después de la siembra
Emergencia	04 - 12
Emisión de guías	15 - 24
Inicio de floración	27 - 36

3.2.6 Requerimientos climáticos y edáficos

3.2.6.1 Temperatura

Para la germinación de las semillas se requiere una temperatura óptima de 20 a 25 °C durante el día, mientras que durante la noche mantiene una temperatura de 10 a 15 °C, la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo de las plantas oscila entre 18 y 30°C, por otro lado, temperaturas menores a 10°C detienen el crecimiento, Reyes (2012).

3.2.6.2 Humedad Relativa

Caldari (2007) destaca que el pepino es una planta con requerimientos particulares de humedad, debido a su amplia superficie foliar, siendo la humedad relativa optima durante el día entre el 60- 70% y durante la noche entre el 70-90% , sin embargo un exceso de humedad durante el día puede provocar la reducción de la

producción al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta puede provocar enfermedades fúngicas.

3.2.6.3 Fotoperiodo

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad, incluso en días cortos (con menos de 12 horas luz) aunque también soporta elevadas intensidades luminosas; a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción. Tiene exigencias elevadas por lo que es aconsejable establecer el cultivo en terrenos muy soleados, ya que una alta intensidad de luz estimula la fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz la reduce, Carrasco (2008).

3.2.6.4 Suelo

Los suelos en los que mejor se desarrolla el pepino son franco arenoso, franco arcilloso con buen contenido de materia orgánica y un Ph óptimo de 5.5 - 7 las cucurbitáceas requieren de una buena aireación en sus raíces por lo que favorecen suelos sueltos bien drenados no toleran la salinidad por lo que se pueden cultivar solo en suelos ligeramente ácidos Parsons (1992); Bolaños (1998).

3.2.7 Plagas y enfermedades en los cultivos hidropónicos

A continuación, se presentan las principales plagas del cultivo López (2003)

- Gallina Ciega (*Phyllophaga* sp.)
- Minador de la Hoja (*Liriomyza* Sp)
- Afidos (*Aphis gossypii*)

López (2003) describe las principales enfermedades que atacan al cultivo del pepino:

- Mal del talluelo (*pythium* sp) y (*fusarium solani* fs)

- Mildiu polvoriento (*erysiphe cichoracearum*)
- Mildiu lanoso (*Pseudoperonospora cubensis*)
- Antracnosis (*colletotrichum orbiculare*)
- Pudrición del Fruto

3.2.7.1 Prevención de plagas y enfermedades para cultivos bajo invernadero.

El constante cuidado y la permanencia de los organismos benéficos, es posible aplicar otros métodos sencillos y económicos de control que no contaminan el ambiente ni los productos cosechados. FAO (2003):

Colocar banderas de plástico de color amarillo impregnadas con aceite de trasmisión o cocina, atrae a muchas especies de insectos que, al posarse sobre la lámina plástica, se quedan pegados e s muy eficiente para controlar pulgones y larvas desnudas pequeñas.

También se puede usar una solución concentrada de jabón, con extractos o zumos de las siguientes plantas: Ajo (*Allium sativum*), Ají (*Capsicum annuum*), Orégano, (*Origanum vulgare*), Ortiga (*Urtica*), Ruda (*L. Ruta graveolens*), locoto (*Capsicum pubescens*) esta se aplica con un atomizador en forma de rocío.

3.3 Hidroponía

La palabra hidroponía deriva del griego *hydro* (agua) y *ponos* (labor o trabajo) por lo que significa literalmente trabajo en agua.

En la práctica, la técnica hidropónica incluye todas las formas de cultivar plantas sin uso de suelo utilizando como medio de siembra un material solido (fibra de coco, aserrín, arena, grava) o el agua. La alimentación de las plantas se realiza por medio del riego, en el cual se aplican todos los nutrientes minerales que los cultivos requieren para su crecimiento y producción, Soto (2015).

3.3.1 Ventajas y desventajas del cultivo hidropónico

Murillo (2010) señala las ventajas y desventajas del cultivo hidropónico:

Ventajas

- Menor número de horas de trabajo y más livianas.
- No es necesaria la rotación de cultivos.
- No existe la competencia por nutrientes.
- Las raíces se desarrollan en mejores condiciones de crecimiento.
- Reducción en aplicación de agroquímicos.
- El sistema se ajusta a áreas de producción no tradicionales.

Desventajas

- Costo inicial alto.
- Se requieren conocimientos de fisiología y nutrición.
- Desbalances nutricionales causan inmediato efecto en el cultivo.
- **3.3.2 Análisis comparativo tradicionales e hidropónicos o sin suelo**
- **Cuadro 2**

Análisis Comparativos Tradicionales e Hidropónicos

	Sobre suelo	Sin suelo
Nutrición de planta	Muy variable, difícil de controlar	Controlada, estable, fácil de manejar y corregir.
Espaciamiento	Limitado a la fertilidad	Densidad mayores, menor uso del espacio y la luz
Control de malezas	Presencia de malezas	Prácticamente inexistentes
Enfermedades patógenos del suelo y nematodos	Enfermedad del suelo	No existen patógenos del suelo
Agua	Plantas sufren estrés ineficiente uso del agua	No existe estrés hídrico perdida casi nula

- **Fuente 3: Universidad de OSAKA, Japón, JICA, Curso de horticultura protegida ,1998**

3.4 Métodos hidropónicos

Existen diferentes métodos o sistemas de producción hidropónico, desde los más simples de trabajo manual, hasta los más sofisticados, donde un alto grado de tecnología y automatización son los protagonistas del funcionamiento, lo que se traduce también en una alta inversión, Alvarado et al. (2001).

3.4.1 Sistemas de cultivo sobre sustrato

Es el sistema más extendido, en este sistema los cultivos crecen sobre un sustrato hidropónico que retiene la solución nutritiva obtenida mediante el riego. Además, brinda un soporte a las plantas que por su tamaño lo requieren. El sustrato hidropónico tiene que ser un material biológicamente inerte y químicamente estéril, para evitar la interacción química y biológica con la solución nutritiva.

Tampoco debe degradarse con facilidad, debe tener un nivel de acidez constante, retener el agua apropiadamente y permitir una adecuada aireación a las raíces, Linares, (2004).

3.4.2 Sistemas de contacto directo con la solución nutritiva

Es el sistema más propiamente hidropónico y el más sencillo de hacer, pero el de mayor cuidado. En él, las raíces de la planta permaneces en contacto con la mayor cantidad de solución nutritiva posible.

Sistemas medianamente sofisticados utilizan anchos tubos de PVC en hileras, o bien, canoas en donde las raíces se mantienen suspendidas sobre la solución nutritiva.

Hay que señalar que también existen sistemas mixtos, como, por ejemplo, bandejas flotantes llenas de sustrato, que absorben los nutrientes por capilaridad, Linares, (2004).

También existen diferentes tipos de sistemas hidropónicos, clasificados de la siguiente manera:

3.4.3 Sistemas hidropónicos en medio líquido

Estos sistemas no poseen sustratos para el desarrollo de los cultivos, por lo que se produce directamente sobre el agua mediante distintos sistemas que portan las plantas. hidroponía de flujo profundo: NGS; Sistemas flotantes bandejas flotantes; Sistemas por lámina de agua: NFT.

3.4.4 Sistemas hidropónicos en sustrato

En estos sistemas se cultiva utilizando sustratos inertes irrigados mediante sistemas de riego por goteo, sub irrigación, capilaridad o exudación; cultivos en bancadas o surcos; cultivos en saco; cultivos en contenedores individuales o canales; cultivos en superficie (arenados); cultivos en recipientes.

3.4.5 Sistema mixto (suelo e hidroponía)

3.4.5.1 Arena de rio

Este material heterogéneo cuenta con una capacidad de retención de agua del 56 % para que sea utilizado en hidroponía se recomienda adquirir arena de 0.5 a 2 mm se debe desinfectar y lavar muy bien para poder utilizarlo.

Existe un sistema sencillo de forma casera que puede diseñarse de forma semejante a otra unidad comercial, aunque a escala mucho más reducida,

básicamente, consistirá en una bandeja de cultivo, un depósito de nutrientes y un sistema de riego por goteo. Ecohortum, (2013).

Según Ecohortum, (2013) menciona las ventajas e inconvenientes de los sistemas de cultivo en arena:

Ventajas sobre el cultivo en arena

- Es un sistema abierto, o sea la solución de nutrientes que no se recicla, de forma que las posibilidades de difundirse en el medio las enfermedades del tipo Fusarium o Verticillium son muy pequeñas.
- Existen menos problemas de obturación por las raíces de las tuberías de drenaje, puesto que la mayor densidad del medio de arena favorece el desarrollo lateral de las raíces.
- Una selección acertada de arena, junto con un sistema de riego, proporciona una adecuada aireación en las raíces.
- Cada planta se alimenta individualmente con una solución de nutriente completamente nueva durante cada uno de los ciclos de riego, no apareciendo ningún cambio en el balance de fertilizantes.
- Los costes de construcción son menores, el sistema es más simple, fácil de mantener y servir.
- La arena suele ser fácil de conseguir en la mayoría delos sitio inconveniente del cultivo en arena.
- Se menciona que el cultivo en arena utiliza más agua y fertilizantes que un sistema cíclico de cultivo en grava.

3.4.5.2 Aserrín

El aserrín fue adoptado en la región costera de la Columbia británica como medio de cultivo, a causa de su bajo coste, ligereza y disponibilidad. Un aserrín moderadamente fino, o mezclado con una buena proporción de virutas planas, suele ser el más adecuado a causa de que la humedad se difunde lateralmente mejor que aquellas que son más gruesas, Resh (1997).

El aserrín abunda y es muy barato en algunas regiones del alto sobre todo el aserrín de pino. dado el conocimiento que se tiene la procedencia no es muy utilizado. Sin embargo, este sustrato tiene una retención de humedad de un 54% lo que es ideal para climas templados y secos, Soria (2012).

3.5 Solución nutritiva

La nutrición vegetal es la base de la hidroponía cualquiera que intente emplear técnicas hidropónicas deberá tener suficientes conocimientos de nutrición vegetal, la nutrición de las plantas por medio de la utilización de soluciones será la llave del éxito en los cultivos hidropónicos. La absorción y transporte de los nutrientes de las plantas en estas ha sido ya discutido, la cuestión de mantener las plantas en estado óptimo de nutrición. Resh (1997).

La solución nutritiva se define como un conjunto de compuestos y formulaciones que contienen los elementos esenciales disueltos en el agua, que las plantas necesitan para su desarrollo, Según, FAO (2007).

Por su parte Resh (1997) indica que de los 92 elementos naturales que se conocen solamente 16 son esenciales para el crecimiento de las plantas en diferentes

proporciones. Los 16 elementos considerados como esenciales para el desarrollo y crecimiento de las hortalizas, se dividen en macronutrientes, requeridos en grandes cantidades y los micronutrientes requeridos en menor cantidad.

Los elementos esenciales, que permitan sobrevivir a la planta son los Macronutrientes Nitrógeno (N) Potasio (K) Azufre (S) Fosforo (P) Calcio (Ca) Magnesio (Mg) Carbono (C) Hidrogeno (H) Oxigeno (O) que son los elementos más demandados para su desarrollo, y los Micronutrientes Hierro (Fe) Cloro (Cl) Manganeso (Mn) Boro (B) Cobre (Cu) Zinc (Zn) Molibdeno (Mo) que son elementos que se requieren en menor proporción, Izquierdo (2003).

3.5.1 Desordenes nutricionales del cultivo del pepino

3.5.1.1 Nitrógeno (N)

Características

Da el color verde intenso a las plantas, fomenta el rápido crecimiento, aumenta la producción de hojas mejora la calidad de las hortalizas, aumenta el contenido de proteínas en los cultivos de alimentos y forrajes. Andrade (2007).

Deficiencia

Una deficiencia de este mineral retrasa el crecimiento el follaje toma una coloración verde más claro, la decoloración es más pronunciada en las hojas viejas; las nervaduras principales de las hojas permanecen verdes contrastando con el resto del limbo los frutos toman un color amarillo pálido y una forma puntiaguda; cuando la deficiencia es grave, la planta entera se vuelve amarilla los cotiledones y hojas jóvenes, López (2003).

Presenta un crecimiento achaparrado, hojas inferiores verde amarillamiento, en casos severos toda la planta se vuelve un verde pálido para el crecimiento de las hojas más jóvenes los frutos tienden a ser más pequeños, verde pálido espinoso, Resh (1997).

Toxicidad y remedios

Cuando se le suministra en cantidades desbalanceadas en relación con los demás elementos, la planta produce mucho follaje de color verde oscuro, pero el desarrollo de las raíces es reducido, la floración, la producción de frutos y semillas se retarda. Andrade (2007).

Las plantas normalmente, toman un color verde oscuro, con follaje abundante, pero a menudo con un sistema muy reducido de raíces, las plantas retardan su floración y producción de semillas, Resh (1997).

Remedio a tratar añadir nitrato cálcico o potásico a la solución de nutrientes.

3.5.1.2 Fosforo (P)

Características

Estimula la rápida formación y crecimiento de las raíces, facilita el rápido y vigoroso crecimiento de las plantas, acelera la maduración y estimula la coloración de los frutos, ayuda a la formación de semillas, da vigor a los cultivos para defenderse del rigor del invierno. Andrade (2007).

Deficiencia

En general la planta de pepino no presenta síntomas muy definidos frente a una deficiencia de fósforo; para detectar el problema se recurre al análisis foliar.

Cuando la deficiencia es grave se detiene el crecimiento, quedando las hojas jóvenes pequeñas y rígidas, mientras que las más viejas presentan manchas más azuladas que se tornan de color café. López (2003).

Tienden a ser achaparrados, en casos severos las hojas jóvenes son pequeñas y duras, verdes oscuras, las hojas se decoloran, aparece un punteado que se va volviendo pardo y se deseca arrugándose todo, excepto el peciolo, Resh (1997).

Toxicidad y remedio

Los excesos de fósforo no son notorios a primera vista, pero se pueden ocasionar deficiencias de cobre o de zinc, Andrade (2007).

Remedio: añadir fosfato monopotásico a la solución de nutrientes.

3.5.1.3 Potasio (K)

Características

Otorga a las plantas gran vigor y resistencia contra las enfermedades y bajas temperaturas, ayuda a la producción de proteína de las plantas, aumenta el tamaño de las semillas, mejora la calidad de los frutos, ayuda al desarrollo de los frutos, favorece la formación del color rojo en hojas y frutos. Andrade (2007).

Deficiencia

Aunque no es muy frecuente su carencia en los suelos, pueden ocurrir deficiencias en ciertas áreas. los síntomas más visibles que se observan son la detención del crecimiento y el acortamiento de los entrenudos; al mismo tiempo se broncean las hojas y los bordes toman un color verde amarillento a medida que avanza la deficiencia de este elemento, la clorosis entre nervaduras se hace más pronunciada y se acerca hacia el centro de la hoja.

Por otra parte, progresa desde la base hacia arriba, siendo las hojas viejas las más afectadas, los frutos a su vez pierden firmeza, influyendo en su peso y en su conservación. López (2003).

Hojas viejas, descoloridas, amarillo verdosas en los márgenes, más tarde pardean y se secan, el crecimiento de la planta se para, los internodos se acortan, las hojas permanecen pequeñas, presenta estados de clorosis marginales y entre la nervadura se extiende al centro de las hojas progresando también a la parte superior de las hojas Resh (1997).

Toxicidad y remedios

No es común la absorción de exceso de potasio, pero altos niveles de él en las soluciones nutritivas pueden ocasionar deficiencia de magnesio y también de manganeso hierro y zinc. Andrade (2007).

Normalmente no existe demasiada absorción de este elemento por las plantas el exceso puede dar lugar a la deficiencia de magnesio, manganeso, zinc o hierro Resh (1997).

Remedio a tratar pulverización foliar de sulfato potásico al 2 por 100; Añadir sulfato potásico a la solución, o bien cloruro potásico, si no está presente en el agua de esta el cloruro sódico.

3.5.1.4 Magnesio (Mg)

Características

Es un componente esencial de la clorofila, es necesario para la formación de azúcares, ayuda a regular la asimilación de otros nutrientes. Actúa como transportador del fósforo dentro de la planta, promueve a la formación de grasas y aceites. Andrade (2007).

Deficiencia

El problema de desequilibrio nutricional más común en el cultivo del pepino es la falta de magnesio. la carencia de este elemento puede deberse al bloqueo por altos niveles de potasio. la falta de este mineral se manifiesta por el apareamiento en un principio de un color amarillento en los bordes de las hojas más viejas, que luego se va extendiendo hasta las nervaduras, volviéndose de color marrón, si la deficiencia no se corrige los síntomas se extienden hasta la parte más superior de la planta, disminuyendo el vigor y la actividad fotosintética. López (2003).

Hojas viejas, clorosis intervenal desde los márgenes de las hojas hacia la parte interior, se desarrolla un moteado necrótico, los nervios secundarios casi sin color verde, efectos severos los síntomas progresan desde las hojas más viejas a las más jóvenes, la totalidad de la planta amarillea, las hojas más viejas se arrugan y mueren. Resh (1997).

Toxicidad y remedios

No existen síntomas visibles para identificar la toxicidad por magnesio. Andrade (2007).

Remedio a tratar añadir sulfato de magnesio a la solución de nutrientes.

3.5.1.5 Calcio (Ca)

Características

Activa la temprana formación y el crecimiento de las raíces, mejora el vigor general de las plantas, neutraliza las sustancias tóxicas que producen las plantas, estimula la producción de semillas, aumenta el contenido de calcio en el alimento humano y animal. Andrade (2007).

Deficiencia

Los síntomas de la deficiencia de este elemento, se presentan más claramente en las hojas jóvenes, en las cuales aparecen unos puntos blancos transparentes cerca de los bordes y entre las nervaduras. Las plantas retrasan su crecimiento, los entrenudos se acortan especialmente cerca del ápice y la clorosis intervenal aumenta gradualmente a medida que se agrava la deficiencia. López (2003).

Hojas superiores, manchas blancas junto a los bordes y entre las nervaduras, clorosis marginal internerval que progresa hacia el interior. Hojas más jóvenes permanecen más pequeñas, bordes profundamente divididos rizados hacia arriba, más tarde se arrugan hacia el interior y se mueren los puntos vegetativos el crecimiento se detiene, internodos cortos especialmente junto al ápice, las yemas florales abortan, finalmente las plantas van muriendo hacia abajo del ápice Resh (1997).

Toxicidad y remedios

No se conocen síntomas de toxicidad por excesos, pero estos pueden alterar la acidez del medio de desarrollo de la raíz y esto afecta la disponibilidad de otros elementos para la planta. Andrade (2007).

Remedio a tratar añadir nitrato de cálcico a la solución de nutrientes o cloruro cálcico si no se requiere incrementar el nivel del nitrógeno, pero se ha de estar seguro de que existe poco o nada de cloruro sódico en la solución Resh (1997).

3.5.1.6 Azufre (S)

Características

Es un ingrediente esencial de las proteínas ayuda a mantener el color verde intenso, activa la formación de nódulos nitrificantes en algunas especies leguminosas como (porotos, arvejas habas), estimula la producción de semilla, ayuda al crecimiento más vigoroso de las plantas. Andrade (2007).

Deficiencia

Cuando hay deficiencias de este elemento, el crecimiento disminuye, permaneciendo las hojas pequeñas, colgantes y de color verde pálido o amarillo, los bordes de las hojas más nuevas se vuelven marcadamente aserrados. López (2003).

Hojas superiores, permanecen pequeñas, dobladas hacia abajo, de verde pálido a amarillo, márgenes muy acervados, el desarrollo de la planta se reduce, hojas viejas, muy pequeñas amarillando, Resh (1997).

Remedios

Añadir sulfatos a la solución de nutrientes, el sulfato potásico será el más seguro, puesto que las plantas requieren altos niveles de potasio.

3.5.1.7 Cobre (Cu)

Características

El 70% se concentra en la clorofila y su función más importante se aprecia en la asimilación. Andrade (2007).

Deficiencia

La carencia origina que el crecimiento de la planta sea más lento, acortándose los entrenudos; las hojas jóvenes permanecen pequeñas y pueden aparecer manchas cloróticas en las más viejas. las hojas toman un color verde brillante, secándose los bordes y abarquillándose un poco. López (2003).

Hojas jóvenes, permanecen pequeñas, desarrollo de la planta, se reduce se acortan los internodos, aspecto achaparrado, hojas viejas, manchas de clorosis entre las nervaduras las hojas se vuelven de verde oscuro a tono de bronce, necrosis, toda la hoja blanquea, la clorosis se extiende de las hojas más jóvenes a la más viejas, Resh (1997).

Toxicidad y remedios

Clorosis férrica, enanismo, reducción en la formación de ramas, engrosamiento y oscurecimiento anormal de la zona de las raíces. Andrade (2007).

Desarrollo reducido seguido por síntomas de clorosis férrica, achaparramiento, se reduce la formación de las ramas, engrosamiento y oscurecimiento anormal de la zona de las raíces, Resh (1997).

Remedio a tratar añadir sulfato de cobre solución de nutrientes.

3.5.1.8 Hierro (Fe)

Características

No forma parte de la clorofila, pero está ligado con su biosíntesis, Andrade (2007).

Deficiencia

Su carencia hace que las hojas más jóvenes exhiban un color amarillo tenue entre las nervaduras, al mismo tiempo que los frutos palidecen cuando la falta es severa, las hojas se vuelven cloróticas desde la punta hacia la base.

Esta carencia puede aparecer en terrenos calizos o de Ph elevado por el bloqueo del hierro, López (2003).

Hojas jóvenes, retícula fina de nervios verdes con tejido internerval amarillo, más tarde la clorosis se extiende a las nervaduras y la totalidad de la hoja se vuelve amarillo limón, pueden aparecer alguna necrosis en los bordes de las hojas, se detiene el crecimiento, tallos alargados los frutos se vuelven amarillo limón, Resh (1997).

Toxicidad y remedios

No se han establecido síntomas visuales de toxicidad de hierro absorbido por la raíz. Andrade (2007). Remedio a tratar añadir quelato férrico a la solución de nutrientes.

3.5.1.9 Manganeso (Mn)

Características

Acelera la germinación y la maduración aumenta el aprovechamiento del calcio, el magnesio y el fosforo, cataliza en la síntesis de la clorofila y ejerce funciones en la fotosíntesis. Andrade (2007).

Deficiencia

Su deficiencia motiva el desarrollo moteado intervenal de las hojas más jóvenes, después se tornan de color amarillo blanquecino desde los bordes hacia el centro cuando la deficiencia es bien pronunciada, las hojas más viejas son las más afectadas terminando por secarse. López (2003).

Hojas jóvenes o terminales, moteado amarillento intervenal, al principio los nervios permanecen verdes pareciendo una malla verde sobre fondo amarillo, los brotes son cortos y las hojas nuevas permanecen pequeñas y las hojas viejas se vuelven pálidas, Resh (1997). Remedio a tratar añadir sulfato de manganeso en la solución de nutrientes.

3.5.1.10 Boro (B)

Características

Aumenta el rendimiento o mejora la calidad de las frutas, verduras y forrajes, está relacionado con la asimilación de calcio y con la transparencia del azúcar dentro de las plantas, es importante para la buena calidad de las semillas de las especies leguminosas. Andrade (2007).

Deficiencia

Los síntomas de carencia pueden aparecer cuando se efectúa la primera cosecha el crecimiento no se ve afectado, pero se produce un rajado en el tallo, las hojas más viejas y medias se vuelven cloróticas y aparecen manchas acuosas, las hojas jóvenes se deforman sin extenderse totalmente, a veces mueren frutos jóvenes y los desarrollados se deforman apareciendo rayas similares a las que son motivadas por el frío. López (2003).

Ápice en los puntos más jóvenes de crecimiento de las hojas no llegan a abrirse, se rizan y mueren, los brotes axiles se blanquean las hojas más viejas se doblan hacia arriba comenzando con los márgenes, Resh (1997).

Toxicidad

Se produce un amarillamiento del vértice de las hojas, seguido de la muerte progresiva, que va avanzando desde la parte basal de estas hasta los márgenes y vértices. no se deben exceder las cantidades de este elemento dentro de las soluciones nutritivas ni dentro de los sustratos, porque en dosis superiores a las recomendadas es muy toxico. Andrade (2007).

3.5.2 Solución hidropónica FAO

Tabla 3

Cantidad de Elementos Requeridos en la Solución Hidropónica FAO

ELEMENTO	PORCENTAJE DE RIQUEZA	CANTIDAD
Solución concentrada A		
Nitro S o fosfato amónico nítrico	32%Nt ; 11% S; 2% K ₂ O; 1%P ₂ O ₅	0
Nitrato de potasio	13% (N-NO ₃);46% K ₂ O	1086
Fosfato mono amónico	12%(N-NH ₄) 61% P ₂ O ₅	80
Solución concentrada B		
Ácido bórico	52% B ₂ O ₅	0
Cosmoquel	0,91%Zn;0,28%Mn; 0,06%Cu; 0,91% B; 3,9 %S	325
Sulfato de magnesio	16% MgO; 13%S	422
Molibdato amonio	54% Mo	0,06
Sulfato de cobre	25% Cu ; 13 % S	0,2
Sulfato de zinc	29% ZnO ; 36 % S	0
Quelato de hierro	6% Fe	59
Solución concentrada C		
Nitrato de calcio	15,5(N-NO ₃);26%CaO	744

Elaboración de los requerimientos con hydrobuddy

3.5.3 Solución hidropónica INIA

Tabla 4

Cantidad de Elementos Requeridos en la Solución Hidropónica INIA

Elemento	Porcentaje de Riqueza	Cantidad
Solución concentrada A		
Nitro S o fosfato amónico nítrico	32%Nt ; 11% S; 2% K ₂ O; 1%P ₂ O ₅	6,2
Nitrato de potasio	13% (N-NO ₃);46% K ₂ O	577
Fosfato mono amónico	12%(N-NH ₄) 61% P ₂ O ₅	62
Solución concentrada B		
Ácido bórico	52% B ₂ O ₅	0,2
Cosmoquel	0,91%Zn;0,28%Mn; 0,06%Cu; 0,91% B; 3,9 %S	233
Sulfato de magnesio	16% MgO; 13%S	423
Molibdato amonio	54% Mo	0,02
Sulfato de cobre	25% Cu ; 13 % S	0,2
Sulfato de zinc	29% ZnO ; 36 % S	0,1
Quelato de hierro	6% Fe	0
Solución concentrada C		
Nitrato de calcio	15,5(N-NO ₃);26%CaO	719

Elaboración de los requerimientos con hydrobuddy

3.5.4 Solución hidropónica Cabezas

Tabla 5

Cantidad de Elementos Requeridos en la Solución Hidropónica Cabezas

CABEZA		
ELEMENTO	PORCENTAJE DE RIQUEZA	CANTIDAD
Solución concentrada A		
Nitro S o fosfato amónico nítrico	32%Nt ; 11% S; 2% K ₂ O; 1%P ₂ O ₅	0
Nitrato de potasio	13% (N-NO ₃);46% K ₂ O	579
Fosfato mono amónico	12%(N-NH ₄) 61% P ₂ O ₅	82
Solución concentrada B		
Ácido bórico	52% B ₂ O ₅	0,2
Cosmoquel	0,91%Zn;0,28%Mn; 0,06%Cu; 0,91% B; 3,9 %S	233
Sulfato de magnesio	16% MgO; 13%S	423
Molibdato amonio	54% Mo	0,06
Sulfato de cobre	25% Cu ; 13 % S	0,2
Sulfato de zinc	29% ZnO ; 36 % S	0,1
Quelato de hierro	6% Fe	0
Solución concentrada C		
Nitrato de calcio	15,5(N-NO ₃);26%CaO	558

Elaboración de los requerimientos con hydrobuddy

3.5.5 Preparación solución nutritiva

En hidroponía al momento de preparar la solución nutritiva concentrada, 3 grupos de fertilizantes no se pueden mezclarse en el mismo recipiente.

3.5.5.1 Solución concentrada A

Preparación de solución concentrada A en 5.0 litros. Cabezas (2018).

-  En un recipiente de 3 litros de agua disolver el nitrato de potasio mezclar vigorosamente hasta que quede diluido completamente.
-  En una jarra con volumen de 1 litro de agua disolver el fosfato mono amónico, mezclar hasta que quede diluido completamente.
-  En una tercera jarra con 0.5 litros de agua disolver el contenido del nitro S y mezclar cuidadosamente hasta que quede diluido completamente.
-  Una vez que los tres fertilizantes, se encuentren disueltos, juntar en un recipiente, mezclar homogéneamente y agregar agua hasta completar un volumen final de 5 litros.
-  Almacenar la solución concentrada A en un recipiente con tapa para luego almacenar en un lugar fresco y oscuro.

3.5.5.2 Solución concentrada B

Preparación de solución concentrada B en 5 litros. Cabezas (2018).

-  En un recipiente de 1.5 litros de agua disolver sulfato de magnesio y mezclar hasta que quede diluido completamente.
-  En un segundo recipiente de 2.5 litros de agua disolver lo microelementos y mezclar hasta que quede diluido completamente.

- ✚ En una jarra con 0.5 litros de agua disolver el quelato de hierro y mezclar hasta que quede diluido completamente.
- ✚ Una vez que se hay disuelto completamente juntar todos los fertilizantes en un recipiente de 5 litros y completar el volumen final con agua almacenar en un recipiente o en un bidón con tapa para luego almacenar en un lugar fresco y oscuro.

3.5.5.3 Solución concentrada C

Preparación de solución concentrada C en 5 litros. Cabezas (2018).

- ✚ En un recipiente con 3 litros de agua disolver el nitrato de calcio y mezclar cuidadosamente hasta que quede diluido completamente
- ✚ Una vez disuelto vaciar a un recipiente y complete a un volumen de 5 litros.
- ✚ Almacenar en un recipiente o en un bidón con tapa para luego almacenar en un lugar fresco y oscuro.

3.6 Parámetros en cultivos hidropónicos

El Ph es la columna vertebral en hidroponía, manejar los rangos adecuados es crucial para obtener buenos resultados. Así igual la conductividad eléctrica, la concentración de minerales disueltos en la solución nutritiva cuyo fundamento está en la correcta formulación de nutrientes y esto es contundente conocer la calidad del agua, la composición mineralógica del agua y en base a esto realizar una correcta formulación de nutrientes para una óptima nutrición del cultivo. Cabezas (2018).

3.6.1 Temperatura de la solución nutritiva

(Barry, 2000), sostiene que la temperatura de la solución es un punto crítico, si la solución es muy fría, la tasa metabólica de la raíz baja y la absorción de nutrientes también, esto tiene un efecto de retardo en el crecimiento de la planta por debajo de lo deseado, también existen problemas cuando la temperatura es muy alta lo cual afecta la absorción mineral, el mejor rango de temperatura esta entre 18 y 25 °C para la mayoría de los cultivos.

3.6.2 Peachimetro (pH)

El pH es uno de los parámetros importante en la absorción de los nutrientes en la solución nutritiva. La mayor parte de los nutrientes muestran su máxima disponibilidad dentro del intervalo de 5.5 a 6.8 en el Ph es importante mantener este rango la zona radicular o la zona rizofera el Ph nunca permanecerá constante en la solución nutritiva dado las siguientes condiciones. Cabezas (2018)

Plantas en pleno desarrollo absorben más aniones que cationes, es decir, absorben más nitratos (NO₃) y menos potasio(K), calcio (Ca) y el Ph tiende a subir. Las plantas en plena producción absorben más Cationes que Aniones, es decir absorben más potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) que nitratos (NO₃) por lo tanto el pH bajara.

3.6.3 Conductividad Eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica (CE) mide la concentración de minerales o nutrientes disueltos en la solución nutritiva las cuales pueden ser expresadas en unidades de

“siemens” con los diferentes prefijos más común mS/cn (miliSiemens/cn), dS/m (deciSiemens/m) siendo que para el cultivo se requiere un rango de 1.5 -2.5 dS/m.

Sin embargo, la concentración de sales también se puede medirse en unidades de ppm (partes por millón), más conocido con TDS, mide los sólidos totales disueltos en agua o solución nutritiva. Cabezas (2018).

Pero existen factores que influyen en el valor como ser: Temperatura, intensidad lumínica, radiación y la calidad del agua

3.7 Riego

Las necesidades del riego para cultivar pepino son muy importantes, ya que mantiene un nivel de humedad constante y alto en el suelo, para un óptimo desarrollo del sistema radicular. Para ello, es preciso que el suelo sea permeable, a fin de evitar acumulaciones de agua que provoquen asfixia radicular por encharcamiento. De esta forma, se favorece la penetración del agua y de las raíces. Es necesario que el bulbo de humedad sea amplio, lo que permitirá que las raíces adquieran amplitud necesaria para satisfacer las fuertes necesidades hídricas de este cultivo Pérez, (s/f).

Para el pepino, el promedio de consumo en el invernadero es de 3.59 litros diarios por planta, frente a los 6.54 litros diarios que consume una planta cultivada a campo abierto con el mismo sistema de riego por goteo CATIE (2020).

Para esta investigación se realizó el riego con una frecuencia de día por medio, el sistema de riego que se empleó fue manualmente obteniendo 3 baldes de capacidad de 20 litros dando un total de 60 litros de agua, cada balde de 20 litros perteneció a diferente tratamiento.

Tabla 6***Empleabilidad Litros de Solución en el Cultivo***

Cantidad riego	Etapas	Días	Litros solución
0,5 Litros / Planta	Trasplante	1 a 20	10,00
0,75 Litros / Planta	Desarrollo	21 a 50	23,25
1 Litros / Planta	Floración y fructificación	51 a 90	39,00
0,75 Litros / Planta	cosecha	91 a 110	14,25
Total			86,50

Es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa optima durante el día 60-70 por ciento y durante la noche del 70-90 por ciento. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis.

Para humedades superior al 90 por ciento y con la atmosfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas, además un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla las hojas para poder evaporar el agua de su superficie, Maroto (2002).

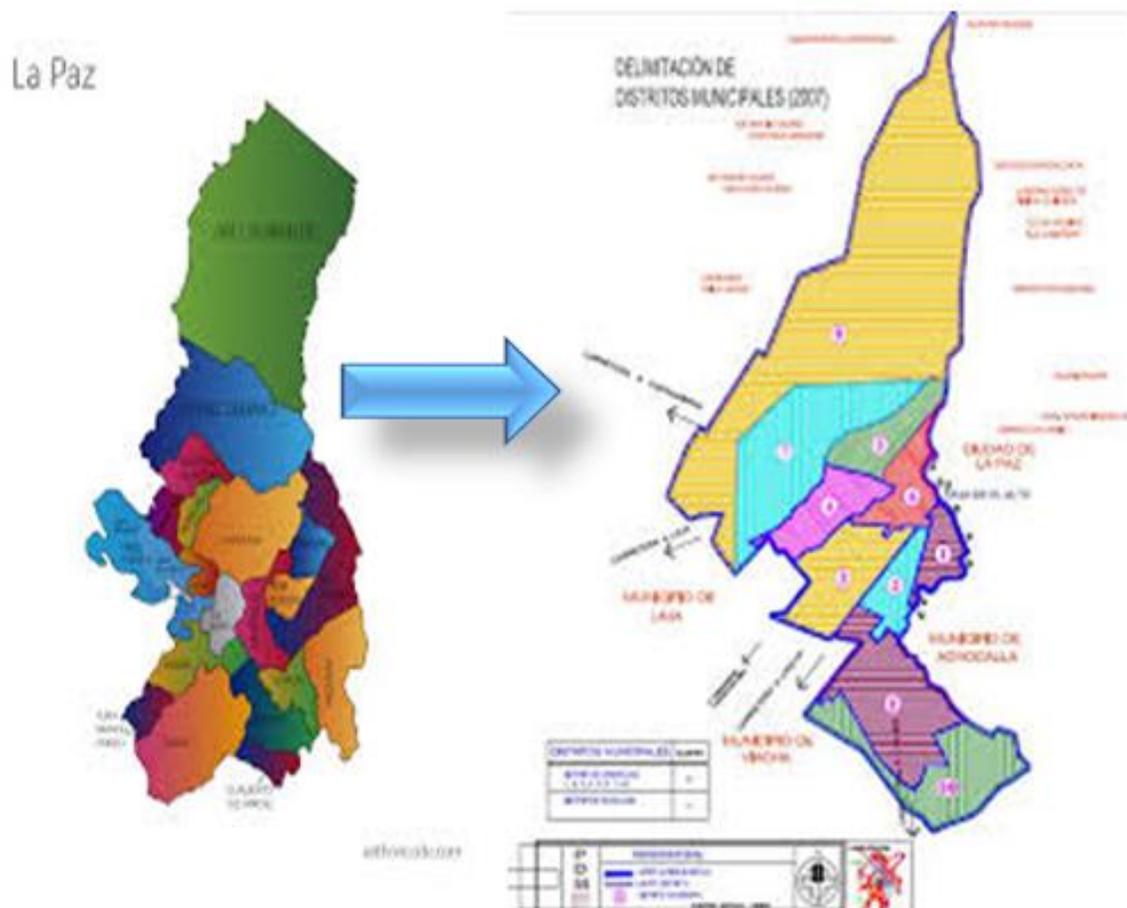
4. LOCALIZACIÓN

4.1 Descripción

El presente trabajo se realizó en el Municipio de El Alto, se encuentra ubicado en el departamento de La Paz, Cuarta Sección de la Provincia Murillo, al suroeste con el municipio de Achocalla en un entorno geográfico situado a 16°30' de Latitud Sur y 68°12' de Longitud Oeste, con una altura de 3900-4000 msnm. IGM (2008).

Figura 1

Localización del lugar de investigación



4.2 Características climáticas

El clima del Municipio es frío y húmedo en verano y en invierno se manifiesta como frío y seco, típico de montaña, con ocasionales nevadas, en los distritos 8 los valores de temperatura fueron superiores a los 15°C y mínimas hasta -4 ° C, cabe señalar que los valores de temperatura eran superiores ya que se sitúa a una altitud aproximada entre 3.700 - 4.000 m.s.n.m., presentan concentración considerable de precipitación entre 665 a 600 mm, Educa (2020).

4.3 Vegetación

Piso de puna, de los 3.500 a los 4.200; árboles bajos, arbustos perennes, subarbustos, gramíneas, hierbas, algas, tubérculos, leguminosas. Las especies más importantes son la Queñoa, (*Polylepis tarapacana*) Quishwara, (*Buddleja coriácea Remy*) Chachacoma, (*Senecio oreophyton*) Th'ola, (*Lepidophyllum quadrangulare*) Muña Muña, (*Minthostachys mollis*) chilcas, (*Baccharis latifolia*), Zapatilla, (*Cypripedium reginae*) Suncho, (*Baccharis juncea*) Ichu, (*Stipa ichu*) Chilligua, (*Festuca dolichophylla*), Chiji, (*Cynodon dactylon*), choquekanlla, (*Artemisia vulgaris*) Papa, (*Solanum tuberosum*) Oca, (*Oxalis tuberosa*) ,Isaño (*Tropaeolum tuberosum*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) , kañahua (*Chenopodium pallidicaule*), Haba (*Vicia faba*), Arveja (*Pisum sativum*), Cebada (*Hordeum vulgare*), Educa (2020).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Material Genético

- ✚ Pepino (*Cucumis sativus*)

5.2 Materiales para el sistema

Los materiales que se utilizaron se desglosan de la siguiente manera:

5.2.1 Material de campo

- ✚ Alambre galvanizado
- ✚ Arena de río
- ✚ Atomizador
- ✚ Baldes
- ✚ Estacas
- ✚ Flexo metro
- ✚ Letreros de identificación
- ✚ Tutores
- ✚ Pala
- ✚ Picota
- ✚ Rastrillo
- ✚ Regadera

5.2.2 Material de laboratorio

- ✚ Balanza digital
- ✚ Conductímetro
- ✚ pH -metro
- ✚ Termómetro máxima y mínima

5.2.3 Material de escritorio

- ✚ Cámara fotográfica
- ✚ Computadora
- ✚ Cuaderno apuntes

5.2.4 Nutrientes utilizados

- ✚ Nitro S o fosfato amónico nítrico
- ✚ Nitrato de potasio
- ✚ Fosfato mono amónico
- ✚ Ácido bórico
- ✚ Sulfato de magnesio
- ✚ Cosmoquel
- ✚ Molibdato de amonio
- ✚ Quelato de hierro
- ✚ Sulfato de cobre
- ✚ Nitrato de calcio

5.3 Metodología

5.3.1 Almácigo

Se utilizó bandejas de semillas, donde se procedió a la siembra, y al recubrimiento con nylon negro por 3 días para facilitar y acelerar el crecimiento de las raíces, posteriormente se destapo la cubierta y se expuso a la luz.

5.3.2 Nivelado del suelo

Se procedió al nivelado del suelo para permitir trabajar con mayor facilidad durante toda la duración de la investigación.

5.3.3 Preparación y limpieza del sustrato

En la preparación del sustrato se realizó el lavado de la arena, con el objetivo de eliminar las impurezas y residuos tóxicos que perjudique el desarrollo de la planta, como la desinfección del aserrín con 50% de alcohol ,20% lavandina y 30% agua.

5.3.4 Preparación de las bolsas

Se utilizaron bolsas de dimensiones 20*50 centímetros los cuales se llenaron proporcionalmente con los sustratos debidos.

5.3.5 Llenado de sustratos a las bolsas

La investigación está compuesta por dos tipos de sustrato, el primero está compuesta totalmente 100% de arena de rio; la segunda está compuesta de 50% arena de rio y 50 % aserrín.

5.3.6 Trasplante de Plantas

El trasplante se realizó una vez teniendo la altura suficiente de 2 centímetros donde se procedió a realizar el trasplante a cada una de las unidades experimentales definitivamente.

5.3.7 Tutorado

Se realizó a colocar hilos de cáñamo para el tutorado que estarán sujetas a los alambres galvanizados para dar soporte a la planta.

5.3.8 Agua para la solución nutritiva

Se procedió a utilizar agua potable para realizar la disolución de nutrientes de cada tratamiento.

5.3.9 Medición de temperatura

Se procedió a obtener datos de temperatura, máximas y mínimas utilizando el termómetro para el control constante de la carpa.

5.3.10 Deshierbe

Los deshierbes fueron realizados según la presencia de malezas para evitar la presencia de plagas, Se efectuó en forma manual, extrayendo y eliminando malezas alrededor y dentro del contorno de la bolsa.

5.3.11 Poda de hojas

La primera se realizó a los 30 días después de sembrar eliminando hojas por abajo de los 20 a 30 cm del tallo principal, la segunda se realizó a los 60 días.

5.3.12 Cosecha

Se procedió a cosechar el pepino cuando alcanzo su madures suficiente, teniendo las características sufrientes para la misma.

5.3.13 Diseño experimental

En la presente investigación, se utilizó el diseño (DCA) consiste en asignación de los tratamientos en forma completamente al azar a las unidades experimentales, es conveniente utilizar unidades experimentales homogéneos, arreglo bi –factorial, Draguici (2012).

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha \beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

X_{ijk} = efecto de la solución en la k – esima unidad experimental que recibió la i- esima tipo sustrato y el j- esimo tipo de formulación de solución nutritiva.

μ = Media general.

α_i = efecto fijo de la i – esima nivel del factor A (formulación de solución nutritiva).

β_j = efecto fijo de la j- esima nivel del factor B (tipo de sustrato).

$(\alpha \beta)_{ij}$ = efecto de la interacción de la i – esimo nivel del factor A, con el j- esimo nivel del factor B (tipo de sustrato x formulación de solución nutritiva).

ϵ_{ijk} = error experimental o efecto aleatorio asociado a la ijk- esimo de la unidad experimental.

5.3.13.1 Descripción de los factores.

Factor A: Solución hidropónica.

A1 = Solución hidropónica FAO.

A2 = Solución hidropónica INIA.

A3 = Solución hidropónica Cabezas.

Factor B: Sustratos.

B1 = Arena.

B2 = Arena Aserrín.

5.3.13.2 Descripción de los tratamientos.

T1= a1xb1= solución hidropónica FAO, sustrato arena.

T2= a2xb1= solución hidropónica INIA, sustrato arena.

T3= a3xb1= solución hidropónica CABEZAS, sustrato arena.

T4= a1xb2= solución hidropónica FAO, sustrato arena aserrín.

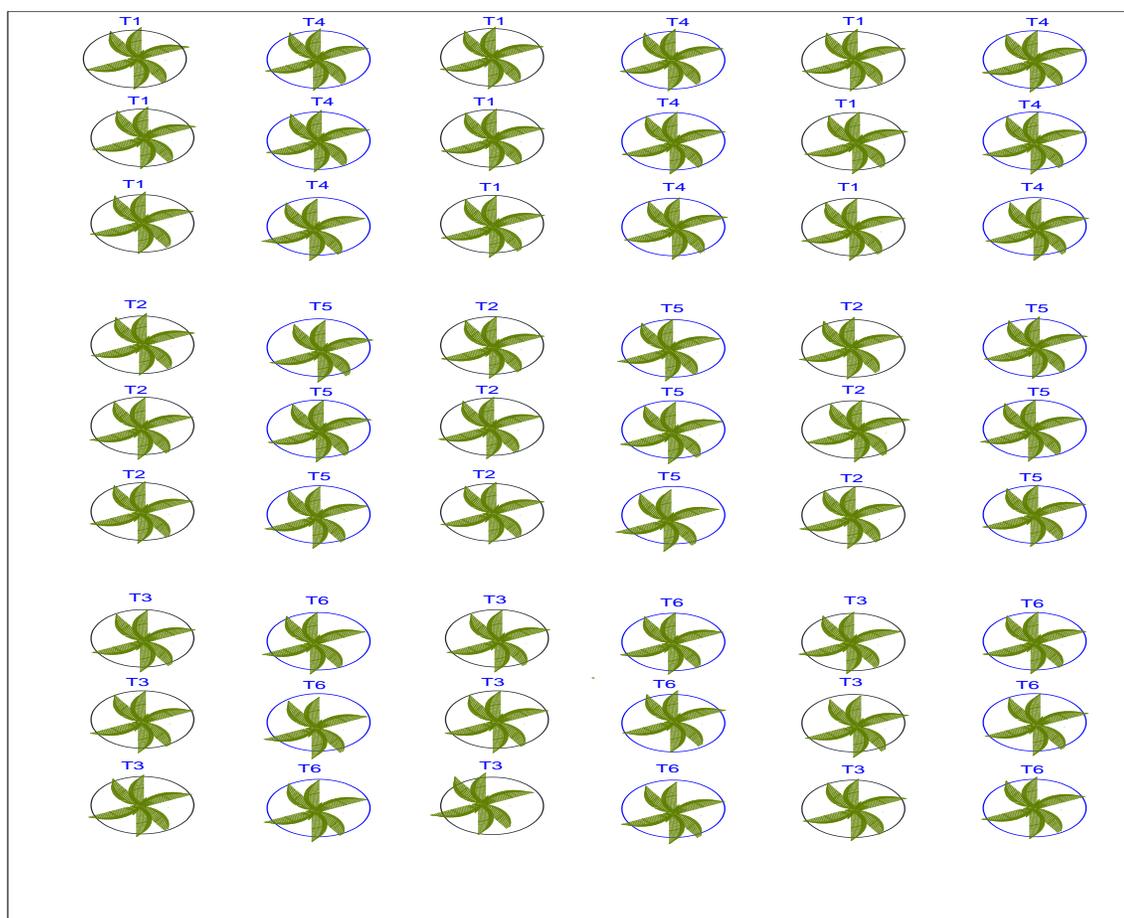
T5= a2xb2= solución hidropónica INIA, sustrato arena aserrín.

T6= a3xb2= solución hidropónica CABEZAS, sustrato arena aserrín.

5.3.13.3 Croquis Experimental

Figura 2

Distribución de las Unidades Experimentales.



N° total de tratamientos	6
N° total de repeticiones	3
N° total de plantas	54
Área experimental	22.75 m ²
Ancho de la unidad experimental	3.5 m ²
Largo de la unidad experimental	6.5 m ²

5.4 Variables Agronómicas

5.4.1 Altura de la planta (cm)

Se realizó la medición con la ayuda de un flexometro desde el ápice hasta el cuello de la planta.

5.4.2 Longitud de fruto (cm)

Después de la cosecha se procedió a medir la longitud de los pepinos con la ayuda de una regla esto se realizó individualmente.

5.4.3 Cantidad de flores

Se procedió el conteo de flores cada semana de cada tratamiento.

5.4.4 Diámetro del fruto (cm)

Después de analizar la cosecha se evaluó la variable de diámetro de los pepinos utilizando un vernier graduado en milímetros midiendo el centro del pepino.

5.4.5 Cantidad de frutos

Se procedió a contar la cantidad de frutos por planta y sacar una media de la cosecha de cada tratamiento y registrarlo.

5.5 Variables fenológicas

5.5.1 Días a la floración

Se inició contando desde la siembra hasta que presente el 50% de las plantas de una unidad experimental.

5.5.2 Días a la Cosecha

Se consideró el tiempo de cosecha, viendo parámetros como ser color, longitud entre otros.

5.6 Variables de rendimiento

5.6.1 Peso de fruto por unidad experimental (g)

Se realizó el pesaje del fruto en gramos, se utilizó una balanza digital, con precisión de 0.01 g. Y se procedió a pesar cada fruto de las plantas seleccionadas por cada tratamiento.

5.6.2 Rendimiento por unidad de superficie a la cosecha (Kg)

Para su evaluación se pesaron las muestras de cada tratamiento, la unidad que se utilizó en gramos así también pudiendo utilizar el factor de conversión a Kg

5.7 Análisis económico preliminar

La evaluación económica preliminar se realizará según la metodología propuesta por García (2014), que recomienda el análisis de beneficios netos y el cálculo de la tasa de retorno marginal de los tratamientos alternativos, para obtener los beneficios y costos marginales. Los rendimientos se ajustarán al menos 10% por efecto del nivel de manejo, puesto que el experimento estará sujeto a cuidados y seguimientos que normalmente no se dan en condiciones de producción comercial.

a) Beneficio Bruto (BB)

Es llamado también ingreso bruto, es el rendimiento ajustado, multiplicado por el precio del producto.

b) Costos Variables (CV)

Es la suma que varía de una alternativa a otra, relacionados con los insumos, mano de obra, maquinarias utilizadas en cada tratamiento, fertilizantes, insecticidas, uso de maquinaria, jornales y transporte.

c) Costos Fijos

Los costos fijos son aquellos costos que se mantienen para cada campaña de producción y que no están relacionados con la producción final. El costo fijo no se aumenta o disminuye la producción.

d) Costos Totales

Es la suma del costo total variable más el costo total fijo. Se suman estos dos costos para conocer cuánto de dinero se utilizó en total en un ciclo de producción de lechuga hidropónica.

e) Beneficio Neto (BN)

Es el valor de todos los beneficios brutos de la producción (BB), menos los costos de investigación, expresan los efectos de los factores en estudio, los cuales son descritos a continuación.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados del presente trabajo de investigación, expresan los efectos de los factores en estudio, los cuales son descritos a continuación.

6.1 Altura de planta (cm)

Los datos de la variable altura de planta, se pueden observar las lecturas que se realizaron durante el inicio de su ciclo fenológico, hasta la etapa final del cultivo.

Cuadro 3

Análisis de Varianza para Altura de Planta

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	2771,11	5	554,22	26,05	<0,0001	**
Solución	2696,78	2	1348,39	63,37	<0,0001	**
Sustrato	43,56	1	43,56	2,05	0,178	NS
Solución*Sustrato	30,78	2	15,39	0,72	0,5052	NS
Error	255,33	12	21,28			
Total	3026,44	17			CV	8,63

*: Significativo **: Altamente significativo N.S.: No significativo

Por medio del análisis de varianza en el cuadro 3 se observa los valores de planta, donde se muestra las tres soluciones nutritivas INÍA, FAO, Cabezas, dos diferentes sustratos arena, arena aserrín

En la solución obtuvimos un resultado altamente significativo, esto indica que las soluciones que se aplicaron tuvo un efecto directo con respecto a la variable altura de planta, en el cultivo de pepino.

En sustratos se obtuvo un resultado no significativo, esto indica que los dos diferentes sustratos que se utilizaron no tuvieron un efecto directo con la altura de la planta.

En la interacción entre los dos factores solución y sustratos se obtuvo un resultado no significativo, esto indica que las diferentes combinaciones represento no tener un efecto directo en la altura de la planta.

Así mismo en el cuadro, se observa el coeficiente de variación presento un valor de 8.63 % el cual indican que los valores empleados en el análisis quedan dentro del rango permitido. Expresa un buen manejo en las unidades experimentales y que los datos son confiables, Arteaga (2015).

Cuadro 4

Prueba Duncan de Solución Nutritiva.

Solución	Medias	
INIA	67,50	A
FAO	55,17	B
Cabezas	37,67	C

Realizada la comparación de medias por el método Duncan, para la variable altura de planta, como se observa en el cuadro 4 los resultados fueron los siguientes

Las soluciones aplicadas en los tratamientos tuvieron un efecto en la variable de altura de planta en el cultivo de pepino, se muestra que con la aplicación de la solución nutritiva INIA presenta la mayor altura con un promedio de 67.50 cm, solución la FAO con un promedio de altura de 55.17 cm, y por último la solución Cabezas con

un promedio de 37.67cm lo que nos indica que esta solución fue el menor resultado que obtuvo con respecto a la variable altura de planta.

Callisaya (2015) en su investigación obtuvo mayor altura con el T1 (5% Biol) con 86,64cm y el de menor altura el testigo con 71,33 cm se ve una influencia positiva de Biol en dosis mínima en condiciones atemperadas.

Medrano (2017) cita a Casseres (1984) e indica que las hortalizas pueden desarrollar una altura de planta más acelerado, más aún cuando estas especies son cultivadas en ambientes atemperados.

Cuadro 5

Prueba Duncan del Sustrato

Sustrato	Medias	
Arena	55,00	A
Aserrín	51,89	B

En el cuadro 5 se observa que, existió una diferencia en la variable de respuesta altura de planta con respecto a los sustratos utilizados en los tratamientos.

Para el Sustrato - Arena se observa que se obtuvo un promedio de 55.00 cm respecto a la variable altura de planta siendo el más elevado, para el Sustrato - Arena Aserrín se obtuvo un promedio de 51.89 cm siendo el menor con respecto a esta variable de respuesta.

Cuadro 6

Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Altura de Planta

Solución	Sustrato	Medias	
INIA	Aserrín	69,33	A
INIA	Arena	65,67	A
FAO	Arena	55,33	B
FAO	Aserrín	55,00	B
Cabeza	Aserrín	40,67	C
Cabeza	Arena	34,67	C

Se observa en el cuadro 6 la comparación de medias por el método Duncan respecto a las soluciones nutritivas y sustratos en la variable altura de planta, para la solución INIA – Aserrín en promedio un resultado de 69,33 cm; solución INIA – Arena con un promedio 65,67 cm; solución FAO – Arena con un promedio 55,33 cm; solución FAO- Aserrín con un promedio 55,00 cm; solución Cabezas – Aserrín con un promedio 40,67 cm y solución Cabezas – Arena con un promedio 34,67 cm.

El aporte de nitrógeno es un factor muy importante que ayuda a fomentar el crecimiento de la planta y mejorar la calidad de las hortalizas Andrade (2007), siendo así que la solución nutritiva INIA contaba con el elemento nitrógeno S que tiene gran aporte de nitrógeno y azufre. Las soluciones FAO, Cabezas no contaban con este elemento, dando así la diferencia en la variable de respuesta.

6.2 Cantidad de flores

Los datos de la variable cantidad de flores, se pueden observar las lecturas que se realizaron durante el inicio de su ciclo fenológico, hasta la etapa final del cultivo.

Cuadro 7

Análisis de Varianza Cantidad de Flores

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	3175,78	5	635,16	59,24	<0,0001	**
Solución	2628,11	2	1314,06	122,55	<0,0001	**
Sustrato	213,56	1	213,56	19,92	0,0008	*
Solución*Sustrato	334,11	2	167,06	15,58	0,0005	*
Error	128,67	12	10,72			
Total	3304,44	17			CV	8,72

*: Significativo **: Altamente significativo N.S.: No significativo

Por medio del análisis de varianza en el cuadro 6 se observan los siguientes resultados:

En la solución obtuvimos un resultado altamente significativo, esto indica que las soluciones que se aplicaron tuvo un efecto directo con respecto a la variable cantidad de flores, en el cultivo de pepino.

En sustratos se obtuvo un resultado significativo, esto indica que los dos diferentes sustratos que se utilizaron tuvieron un efecto directo con la cantidad de flores.

En la interacción entre los dos factores solución y sustratos se obtuvo un resultado significativo, esto indica que las diferentes combinaciones represento tener un efecto directo a la cantidad de flores, habiendo una diferencia en la misma.

El coeficiente de variación (CV) que se obtuvo es de 8.72 %, expresa un buen manejo en las unidades experimentales y que los datos son confiables, Arteaga (2015).

Cuadro 8

Prueba Duncan Cantidad de Floración Solución Promedio

Solución	Medias	
INIA	53	A
FAO	36	B
Cabezas	24	C

En el cuadro 8, se observó una comparación de medias por el método Duncan, en comparación de soluciones nutritivas, donde los resultados fueron los siguientes:

Solución nutritiva INIA con un promedio de 53 flores / planta, obtuvo el mejor resultado respecto a la variable de respuesta cantidad de flores, a diferencia de la solución nutritiva FAO con un promedio de 36 flores / planta en promedio, y por último la solución nutritiva Cabezas el cual presentó el promedio más bajo con 24 flores /planta.

Medrano (2017) cita Casseres (1984) e indica que las hortalizas pueden desarrollar una mayor cantidad de flores, de acuerdo a las condiciones edafológicas, físicas, químicas que se le da al cultivo, más aún cuando estas especies son cultivadas en ambientes atemperados.

Cuadro 9

Prueba Duncan de Floración Sustrato Promedio

Sustrato	Medias	
Arena	41	A
Aserrín	34	B

En el cuadro 9 se observa que, existió una diferencia en la variable de respuesta cantidad de flores respecto a los sustratos utilizados en los tratamientos.

Para el Sustrato - Arena se observa que se obtuvo un promedio de 41 flores / planta siendo el más elevado, para el Sustrato - Arena Aserrín se obtuvo un promedio de 34 flores / planta siendo el menor con respecto a esta variable de respuesta.

Cuadro 10

Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Cantidad de Flores

Solución	Sustrato	Medias	
INIA	Arena	62	A
INIA	Aserrín	44	B
FAO	Aserrín	38	C
FAO	Arena	35	C
Cabeza	Arena	26	D
Cabeza	Aserrín	21	D

Se observa en el cuadro 10 la comparación de medias por el método Duncan respecto a las soluciones nutritivas y sustratos en la variable cantidad de flores para la solución INIA – Arena en promedio un resultado de 62 flores / planta; solución INIA – Aserrín con un promedio 44 flores / planta; solución FAO – Arena con un promedio 35 flores / planta; solución FAO- Aserrín con un promedio 38 flores / planta; solución Cabezas – Arena con un promedio 26 flores / planta y solución Cabezas – Aserrín con un promedio 21 flores / planta.

En la cantidad de flores la radiación solar es un factor importante, ya que una alta intensidad de luz estimula la fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz la reduce (Carrasco, 2008). Siendo así que la investigación se realizó en época de primavera el fotoperiodo fue alto y por ende las temperaturas fueron altas, obteniendo como resultado mayor cantidad de flores femeninas. La ubicación que tenía cada tratamiento, tuvo una influencia en la variable de respuesta las diferentes soluciones nutritivas FAO, Cabezas se encontraban a los extremos de la carpa y los tratamientos con solución nutritiva INIA se encontraba al medio teniendo así una mayor intensidad de luz.

6.3 Cantidad de frutos

Los datos de la variable cantidad de frutos, se pueden observar las lecturas que se realizaron durante el inicio de su ciclo fenológico, hasta la etapa final del cultivo.

Cuadro 11

Análisis de Varianza Cantidad de Frutos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	552,28	5	110,46	38,98	<0,0001	**
Solución	494,78	2	247,39	87,31	<0,0001	**
Sustrato	53,39	1	53,39	18,84	0,001	*
Solución*Sustrato	4,11	2	2,06	0,73	0,5042	N.S
Error	34	12	2,83			
Total	586,28	17			CV	10,94

*: Significativo **: Altamente significativo N.S.: No significativo

Por medio del análisis de varianza presentado en el cuadro 11 se observan los siguientes resultados:

En la solución obtuvimos un resultado altamente significativo, esto indica que las soluciones que se aplicaron tuvo un efecto directo con respecto a la variable cantidad de frutos, en el cultivo de pepino.

En sustratos se obtuvo un resultado significativo, esto indica que los dos diferentes sustratos que se utilizaron tuvieron un efecto directo con la cantidad de frutos.

En la interacción entre los dos factores solución y sustratos no se obtuvo un resultado significativo, esto indica que las diferentes combinaciones no representan tener un efecto directo la cantidad de frutos, habiendo una diferencia en la misma.

El coeficiente de variación (CV) que se obtuvo es de 10.94 %, expresa un buen manejo en las unidades experimentales y que los datos son confiables, Arteaga (2015).

Cuadro 12

Prueba Duncan Cantidad de Frutos Solución Promedio

Solución	Medias	
INIA	22	A
FAO	16	B
Cabezas	9	C

En el cuadro 12, se observó una comparación de medias Duncan, de soluciones nutritivas, donde los resultados fueron los siguientes:

Solución nutritiva INIA con un promedio de 22 frutos / planta, obtuvo el mejor resultado respecto a la variable de respuesta de cantidad de frutos, a diferencia de la solución nutritiva FAO con un promedio de 16 frutos / planta en promedio, y por último la solución nutritiva Cabezas el cual presento el promedio más bajo con 9 frutos /planta.

Alanoca (2017), que cita a Serrano (1970), e indica que inicialmente se permite el crecimiento de 5 a 6 frutos/planta, los frutos posteriores se deben eliminar, esto con el fin de tener frutos de calidad y mayor tamaño. Hay varias formas de tener frutos de buen tamaño, con una mejor presentación realizando podas y dejar solamente una cierta cantidad de frutos hasta la cosecha.

Cuadro 13

Prueba Duncan Cantidad de Frutos Sustrato Promedio

Sustrato	Medias	
Arena	17	A
Aserrín	14	B

En el cuadro 13 se observa que, existió una diferencia en la variable de respuesta cantidad de frutos con respecto a los sustratos utilizados en los tratamientos.

Para el Sustrato - Arena se observa que se obtuvo un promedio de 17 frutos / planta siendo el más elevado, para el Sustrato - Arena Aserrín se obtuvo un promedio de 14 frutos / planta siendo el menor con respecto a esta variable de respuesta.

Cuadro 14

Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Cantidad de Frutos

Solución	Sustrato	Medias	
INIA	Arena	24	A
INIA	Aserrín	19	B
FAO	Arena	17	B
FAO	Aserrín	14	C
Cabeza	Arena	10	D
Cabeza	Aserrín	8	D

Se observa en el cuadro 14 la comparación de medias por el método Duncan respecto a las soluciones nutritivas y sustratos en la variable cantidad de frutos para la solución INIA – Arena en promedio un resultado de 24 frutos / planta; solución INIA – Aserrín con un promedio 19 frutos / planta; solución FAO – Arena con un promedio 17 frutos / planta; solución FAO- Aserrín con un promedio 14 frutos / planta; solución Cabezas – Arena con un promedio 10 frutos / planta y solución Cabezas – Aserrín con un promedio 8 frutos / planta.

En la cantidad de frutos la floración es uno de los caracteres que determinan el ciclo de vida de una planta y su éxito reproductivo, Intagri S.C (2020). Tomando en cuenta que en la variable de respuesta cantidad de flores fue mayor en los tratamientos T2, T5 con soluciones nutritivas INIA se obtuvo el mismo efecto en cuanto a la variable de respuesta cantidad de frutos, como así en los tratamientos T1, T4 con soluciones nutritivas FAO y los tratamientos T3, T6 con soluciones nutritivas Cabezas.

6.4 Longitud de Fruto (cm)

Los datos de la variable longitud de fruto, se pueden observar las lecturas que se realizaron durante el inicio de su ciclo fenológico, hasta la etapa final del cultivo.

Cuadro 15

Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Longitud del Fruto

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	33,8	5	6,76	2,8	0,0239	*
Solución	18,01	2	9	3,73	0,0294	*
Sustrato	0.0021	1	0.0021	0.00085	0,9768	NS
Solución*Sustrato	15,71	2	7,86	3,26	0,0451	*
Error	152,02	63	2,41			
Total	185,83	68			CV	8,57

*: Significativo **: Altamente significativo N.S.: No significativo

Por medio del análisis de varianza en el cuadro 15 se observa la longitud de fruto, donde se obtuvieron diferentes resultados de significancia el cual se detalla a continuación.

Para la solución se obtuvo un resultado significativo, indica que al utilizar diferentes soluciones nutritivas en el cultivo tiene un efecto directo con la longitud del fruto, es decir que si existe diferencia en su desarrollo del mismo.

En sustratos se obtuvo un resultado no significativo, indica que al utilizar dos diferentes sustratos no tiene un efecto directo con la longitud del fruto en el cultivo, es decir que los sustratos no difieren en el desarrollo de la longitud del fruto

La interacción que existe entre solución, sustrato, obtuvimos como resultado significativo, es decir que, si utilizamos, dos diferentes sustratos y diferentes soluciones nutritivas, existirá relación directa con la longitud del fruto.

El coeficiente de variación (CV) es de 8.57 % lo que nos indica que se tuvo un buen manejo en las unidades experimentales, que los datos de la investigación son confiables (Arteaga, 2010).

Arrazola (2000), que menciona a Sobrino (1989), la cual indica que el promedio de longitud del fruto es de 16 a 19 cm, en estado verde oscuro para consumo, que evaluó los gametocitos en la producción de androesterilidad.

Viadez (2001), señala que obtuvo una longitud promedio del fruto de 17.50 a 19 cm.

Cutili (2003), señala que en cuanto a la longitud del fruto se tiene un promedio de 19.64 cm, en la cual evaluó la polinización artificial en el pepino

Alanoca (2017), señala que obtuvo una longitud promedio del fruto de 16.89 a 16.3cm.

Cuadro 16

Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas en la Variable Longitud de Fruto

Solución	Medias	
INIA	18,6	A
FAO	18,3	A
Cabezas	17,4	B

En el cuadro 16 se observa una comparación de medias por el método Duncan, donde se puede observar que hubo una diferencia entre las tres soluciones nutritivas, en la solución INIA, se obtuvo un resultado de 18.6 cm en promedio, siendo el más elevado entre los tratamientos, la solución FAO obtuvo un resultado de 18.3 cm, la solución Cabezas obtuvo un resultado en promedio de 17.4 cm siendo el menor de las tres soluciones nutritivas, con respecto a la variable de respuesta de longitud de fruto.

Cuadro 17

Prueba Duncan de la Longitud de Frutos Sustrato Promedio

SUSTRATO	MEDIAS	
ARENA	18,12	A
ASERRÍN	18,11	A

En el cuadro 17 se observa que, existió una diferencia en la variable de respuesta longitud de frutos con respecto a los sustratos utilizados en los tratamientos.

Para el Sustrato - Arena se observa que se obtuvo un promedio de 18.12 centímetros / planta siendo el más elevado, para el Sustrato - Arena Aserrín se obtuvo

un promedio de 18.11 centímetros / planta siendo el menor con respecto a esta variable de respuesta.

Cuadro 18

Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Longitud del Fruto

Solución	Sustrato	Medias	
INIA	aserrín	19,00	A
FAO	aserrín	18,60	A
INIA	arena	18,20	A
Cabezas	arena	18,08	A B
FAO	arena	18,08	A B
Cabezas	aserrín	16,73	B

Se observa en el cuadro 18 la comparación de medias por el método Duncan respecto a las soluciones nutritivas y sustratos en la variable longitud de frutos para la solución INIA – Arena en promedio un resultado de 18.2 cm / planta; solución INIA – Aserrín con un promedio 19 cm / planta; solución FAO – Arena con un promedio 18.08 cm / planta; solución FAO- Aserrín con un promedio 18.6 cm / planta; solución Cabezas – Arena con un promedio 18.08 cm / planta y solución Cabezas – Aserrín con un promedio 16.73 cm / planta.

En la variable de respuesta longitud de fruto fue, el nitrato de potasio influye en la tolerancia a los daños de las heladas, también ayuda a construir las paredes celulares más gruesas, teniendo así parámetros de calidad el tamaño de fruto, mayores dimensiones e incremento de la uniformidad y apariencia de los frutos, Soquimich (2020).

Siendo así que se obtuvieron unos resultados de medias muy cercanas entre tratamientos, el único factor que se pudo evidenciar en los tratamientos T1 y T4 con solución nutritiva FAO fue el grosor de la pared celular esto debido a que presentaba el doble de cantidad de nitrato de potasio.

6.5 Diámetro de Fruto (cm)

Los datos de la variable diámetro de fruto, se pueden observar las lecturas que se realizaron durante la etapa final del cultivo.

Cuadro 19

Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Diámetro del Fruto

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	77,15	5	15,43	63,93	<0,0001	**
Solución	61,11	2	30,55	126,58	<0,0001	**
Sustrato	15,02	1	15,02	62,22	<0,0001	**
Solución*Sustrato	6,78	2	3,39	14,04	<0,0001	**
Error	15,21	63	0,24			
Total	92,36	68			CV	10,83

*: Significativo **: Altamente significativo N.S.: No significativo

Por medio del análisis de varianza en el cuadro 19 se observa los resultados de significancia el cual se detalla a continuación:

Para la solución se obtuvo un resultado altamente significativo, indica que al utilizar diferentes soluciones nutritivas en el cultivo tiene un efecto directo con el diámetro del fruto, es decir que si existe diferencia en su desarrollo del mismo.

En sustratos se obtuvo un resultado altamente significativo, indica que al utilizar dos diferentes sustratos se tiene un efecto directo con el diámetro del fruto del cultivo, es decir que los sustratos difieren en el desarrollo del diámetro del fruto

La interacción que existe entre solución- sustrato, solución nos dio como resultado altamente significativo, es decir que, si utilizamos, dos diferentes sustratos y diferentes soluciones nutritivas, existirá relación directa con el diámetro del fruto

El coeficiente de variación (CV) es de 10.83 % lo que nos indica que se tuvo un buen manejo en las unidades experimentales, que los datos de la investigación son confiables, Arteaga (2010).

Arrazola (2000), señala que el pepino tiene un diámetro promedio de 6 cm, esto realizado para la producción de gametocitos en la androesterilidad en el pepino.

Cutili (2003) y Viadez (2001), señalan también que en cuanto al diámetro del fruto obtuvieron un rendimiento de 6.80 a 6.10 cm.

Alanoca (2017), señala que obtuvo un promedio en cuanto al diámetro del fruto de 4.25 a 4.67 cm.

Cuadro 20

Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas en la Variable Diámetro de Fruto

SOLUCION MEDIAS		
INIA	5,64	A
FAO	4,74	B
CABEZAS	3,31	C

En el cuadro 20 se observa una comparación de medias por el método de la prueba Duncan donde se muestra que hubo una diferencia entre las soluciones nutritivas, se puede observar que en la solución INIA, se obtuvo un resultado de 5.64 cm, siendo el más elevado en los tratamientos, solución FAO un resultado de 4.74 cm, solución Cabezas obtuvo un resultado de 3.31 cm siendo el menor de las soluciones nutritivas, con respecto a la variable de respuesta diámetro de fruto.

Cuadro 21

Prueba Duncan del Diámetro de Frutos Sustrato Promedio

SUSTRATO MEDIAS		
ARENA	5,04	A
ASERRIN	4,09	B

En el cuadro 21 se observa que, existió una diferencia en la variable de respuesta diámetro de frutos con respecto a los sustratos utilizados en los tratamientos.

Para el Sustrato - Arena se observa que se obtuvo un promedio de 5.04 centímetros / planta siendo el más elevado, para el Sustrato - Arena Aserrín se obtuvo un promedio de 4.09 centímetros / planta siendo el menor con respecto a esta variable de respuesta.

Cuadro 22

Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Diámetro del Fruto

Solución	Sustrato	Medias			
INIA	Arena	6,09	A		
INIA	Aserrín	5,20		B	
FAO	Arena	4,85		B	C
FAO	Aserrín	4,64			C
Cabezas	Arena	4,18			D
Cabezas	Aserrín	2,44			E

Se observa en el cuadro 22 la comparación de medias por el método Duncan respecto a las soluciones nutritivas y sustratos en la variable diámetro de fruto para la solución INIA – Arena en promedio un resultado de 6.09 cm / planta; solución INIA – Aserrín con un promedio 5.2cm / planta; solución FAO – Arena con un promedio 4.85 cm / planta; solución FAO- Aserrín con un promedio 4.64 cm / planta; solución Cabezas – Arena con un promedio 4.18 cm / planta y solución Cabezas – Aserrín con un promedio 2.44 cm / planta.

El nitrato de calcio, se localiza extracelularmente en la pared celular y en las membranas. Forma parte de la estructura de la lámina media de la pared celular, aumenta la resistencia mecánica de los frutos, Imexcor (2011). Siendo así los T1, T4 con solución nutritiva FAO y los T2, T5 con solución nutritiva INIA contienen similares cantidades de elemento en comparación de los T3, T6 con solución nutritiva Cabezas, dando como respuesta a los menores valores en cuanto a la variable diámetro fruto.

6.6 Días a la floración

Los datos de la variable días a la floración, se realizaron durante el crecimiento vegetativo del cultivo.

Cuadro 23

Análisis de Varianza Días a la Floración

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	3175,78	5	635,16	59,24	<0,0001	**
Solución	2628,11	2	1314,06	122,55	<0,0001	**
Sustrato	213,56	1	213,56	19,92	0,0008	*
Solución*Sustrato	334,11	2	167,06	15,58	0,0005	*
Error	128,67	12	10,72			
Total	3304,44	17			CV	8,72

*: Significativo **: Altamente significativo N.S.: No significativo

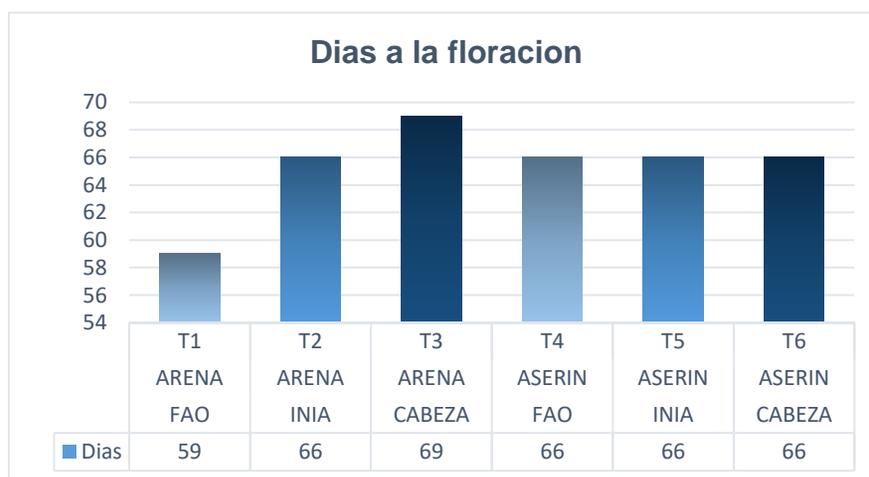
Por medio del análisis de varianza en el cuadro 23 se observa los días a la floración, donde se obtuvieron resultados de significancia el cual se detalla a continuación

Para la solución se obtuvo un resultado altamente significativo, indica al utilizar diferentes soluciones nutritivas en cultivos tienen un efecto directo con los días a la floración en el cultivo de pepino, es decir que si existe diferencia en su desarrollo de la planta.

En sustratos se obtuvo un resultado significativo, indica que al utilizar dos diferentes sustratos se tiene un efecto directo con los días a la floración del cultivo, es decir que los sustratos difieren en el desarrollo días a la floración.

En el coeficiente de variación (CV), es de 8.72 %, indica que se tuvo un buen manejo en las unidades experimentales, Arteaga (2010).

Figura 3
Comparación Días a la Floración



También se puede ver en la figura 2 que hay una diferencia numérica, en cuanto al inicio de la floración el T1 con solución nutritiva FAO inicio la floración a los 59 días, seguidamente del T4 con solución nutritiva FAO; T2, T5 con solución nutritiva INIA y T6 con solución nutritiva Cabezas dan su inicio de floración a los 66 días y con mayor día a la floración fue el T3 con solución nutritiva Cabezas dando inicio su floración a los 69 días.

Quispe (2000), indica que en el uso de aplicación de biofertilizantes foliares se inició la floración a los 56 días desde la siembra.

Cutili (2003), señala que el inicio de floración esta entre un rango de 27 a 34 días en ambientes atemperados.

Alanoca (2017), indica que los inicios de floración obtenido en su investigación son de 62 a 69 días en ambientes controlados.

El potasio influye directamente en el nivel de producción, aún en aplicaciones altas de potasio se acelera el desarrollo inicial y favorece la floración, Tamaro (2005). Siendo así que la solución nutritiva FAO contiene una alta concentración de nitrato de potasio.

6.7 Días a la Cosecha

Los datos de la variable días a la cosecha, se realizaron durante la etapa final del ciclo vegetativo del cultivo.

Cuadro 24

Análisis de Varianza Días a la Cosecha

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	552,28	5	110,46	38,98	<0,0001	**
Solución	494,78	2	247,39	87,31	<0,0001	**
Sustrato	53,39	1	53,39	18,84	0,001	*
Solución*Sustrato	4,11	2	2,06	0,73	0,5042	NS
Error	34	12	2,83			
Total	586,28	17			CV	10,94

*: Significativo **: Altamente significativo N.S.: No significativo

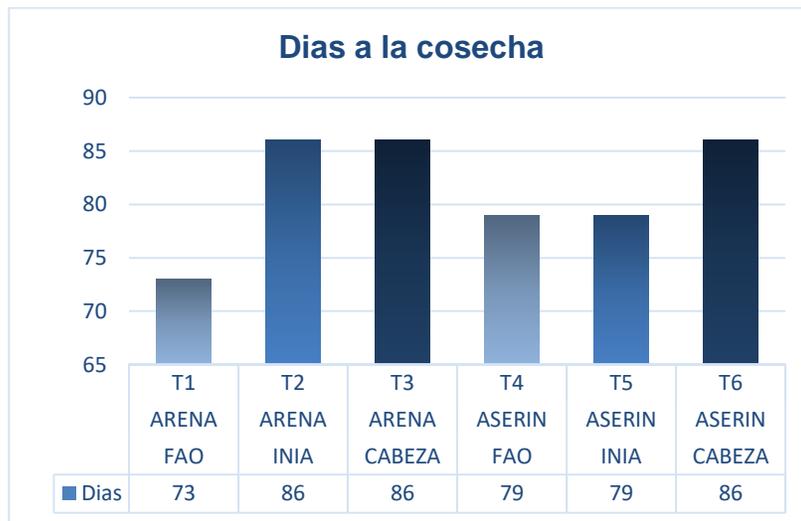
Por medio del análisis de varianza en el cuadro 24 se observa los de días a la cosecha, donde se obtuvieron diferentes resultados de significancia el cual se detalla a continuación:

Para la solución se obtuvo un resultado altamente significativo, indica al utilizar diferentes soluciones nutritivas en cultivos tienen un efecto directo con los días a la cosecha en el cultivo de pepino, es decir que si existe diferencia en su desarrollo.

En sustratos se obtuvo un resultado significativo, indica que al utilizar dos diferentes sustratos tiene un efecto directo con los días a la cosecha del cultivo, es decir que los sustratos difieren en el desarrollo días a la floración.

El C.V es de 10.94 %, lo cual indica la confiabilidad de los obtenidos ya que están dentro de los rangos permitidos para realizar un trabajo en ambientes protegidos.

Figura 4
Comparación Días a la Cosecha



De otra forma también se ve en la figura 3 que hay una diferencia numérica, en cuanto al inicio de la cosecha. Se puede observar que el T1 con solución nutritiva FAO inicio a la cosecha a los 73 días, seguidamente del T4 con solución nutritiva FAO; T5 con solución nutritiva INIA dan su inicio de cosecha a los 79 días y con mayores días a la cosecha fue T3 –T6 con solución nutritiva Cabezas, T2 con solución nutritiva INIA dan inicio su floración a los 86 días.

Arrazola (2000), señala que el inicio de cosecha en variedades precoces se da entre los 60 a 63 días cuando el fruto presenta un color verde oscuro, desde el momento de la siembra.

Según Claros (2000) indica que al inicio de la cosecha del pepino varía de acuerdo al pronóstico de obtención del fruto ya sea para consumir o para producción de semillas y está entre 45 a 60 días.

El potasio influye directamente en el nivel de producción, aún en aplicaciones altas de potasio se acelera el desarrollo inicial y favorece la maduración, Tamaro (2005). Siendo así que la solución nutritiva FAO contiene una alta concentración de nitrato de potasio.

6.8 Peso de Fruto (g)

Los datos de la variable peso de fruto, se pueden observar las lecturas que se realizaron durante la etapa final del cultivo.

Cuadro 25

Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Peso del Fruto

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Modelo	324400,82	5	64880,16	100,76	<0,0001	**
Solución	261632,32	2	130816,16	203,16	<0,0001	**
Sustrato	49541,34	1	49541,34	76,94	<0,0001	**
Solución*sustrato	9965,89	2	4982,94	7,74	0,001	*
Error	40565,38	63	643,89			
Total	364966,2	68			CV	10,82

*: Significativo **: Altamente significativo N.S.: No significativo

Por medio del análisis de varianza en el cuadro 25 se observa la variable peso del fruto, mismos resultados se detallan a continuación:

Para la solución nutritiva, se obtuvo un resultado altamente significativo, lo que nos indica que al utilizar diferentes soluciones nutritivas para el cultivo de pepino tiene un efecto directo con el peso del pepino.

Para el sustrato que se utilizó en los tratamientos, se obtuvo un resultado altamente significativo, indica que los diferentes sustratos que fueron usados en los tratamientos tuvieron relación con el peso del pepino, es decir que difiere en el desarrollo del fruto.

La interacción sustrato – solución, dio como resultado significativo, lo que indica al tener una relación a de ambos factores, y tiene un efecto en la variable del peso del fruto.

En el coeficiente de variación (CV), es de 10.82%, indica que se tuvo un buen manejo en las unidades experimentales, Arteaga (2010).

Cuadro 26

Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas en la Variable, Peso del Fruto.

Solución	Medias	
INIA	314,4	A
FAO	221,1	B
Cabezas	164,9	C

En el cuadro 26 se observa una comparación de medias por el método Duncan, nos muestra que hubo una diferencia entre las soluciones nutritivas que se utilizó durante la investigación.

Solución INIA se tiene como resultado un promedio de 314.4 g, el más elevado en comparación a los otros resultados, en la solución FAO se tuvo un resultado intermedio de 221.1 g, solución Cabezas tuvo el menor resultado en promedio de 164.9 g con respecto al peso fresco del cultivo del pepino.

Cuadro 27

Prueba Duncan del Peso de Frutos Sustrato Promedio

Sustrato	Medias	
Arena	269,31	A
Aserrín	209,21	B

En el cuadro 27 se observa que, existió una diferencia en la variable de respuesta peso de frutos con respecto a los sustratos utilizados en los tratamientos.

Para el Sustrato - Arena se observa que se obtuvo un promedio de 269.31 gramos / planta siendo el más elevado, para el Sustrato - Arena Aserrín se obtuvo un promedio de 209.21 gramos / planta siendo el menor con respecto a esta variable de respuesta.

Cuadro 28

Comparación de Medias Duncan Respecto a las Soluciones Nutritivas y Sustratos en la Variable Peso del Fruto

Solución	Sustrato	Medias	
INIA	Arena	355,92	A
INIA	Aserrín	272,82	B
FAO	Arena	233,17	C
FAO	Aserrín	209,00	D
CABEZAS	Arena	191,75	D
CABEZAS	Aserrín	138,09	E

Se observa en el cuadro 23 la comparación de medias por el método Duncan respecto a las soluciones nutritivas y sustratos en la variable peso del fruto, para la solución INIA – Arena en promedio un resultado de 355.92 g; solución INIA – Aserrín con un promedio 272.82 g; solución FAO – Arena con un promedio 233.17 g; solución FAO- Aserrín con un promedio 209.00 g; solución Cabezas – Arena con un promedio 191.75 g y solución Cabezas – Aserrín con un promedio 138.09 g.

La nutrición mineral afecta directamente a la composición del fruto, para su conservación y equilibrio de macros - micro nutrientes realizando un análisis entre las soluciones nutritivas donde a una mayor cantidad de nutrientes tiende a presentar un bloqueo de nutrientes como así disminuye su actividad fotosintética y a una menor cantidad de nutrientes retrasa el crecimiento de la planta, desacelera la maduración e influye en el peso, tomando en cuenta ese análisis tenemos que las soluciones nutritivas como la FAO presento una mayor cantidad de nutrientes , mientras que la solución Cabezas presento una menor cantidad de nutrientes , siendo así que la solución nutritiva INIA se encuentra en un punto de equilibrio entre ambas soluciones siendo un factor en la variable de repuesta.

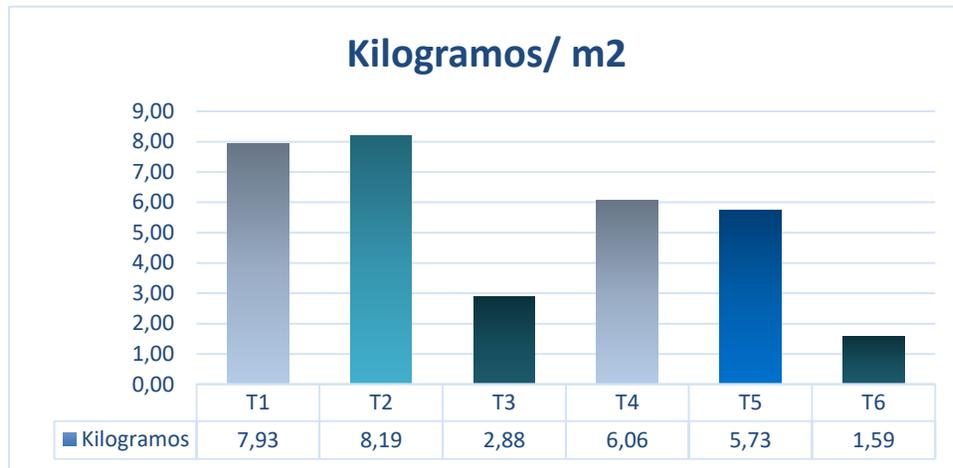
6.9 Rendimiento (kg/m²)

Estos datos fueron obtenidos mediante el peso y la cantidad de frutos por tratamiento realizando así factores de conversión dando así:

A obtener una diferencia significativa en cuanto al rendimiento donde, el T2 con solución nutritiva INIA – Arena obtuvo mayor rendimiento alcanzando así 8.19 kg/m² seguidamente del T1 con solución nutritiva FAO-Arena 7.93 kg /m², el T4 de solución nutritiva FAO-Arena Aserrín 6.06 kg/m², el T5 de solución nutritiva INIA-Arena Aserrín 5.73 kg/m², los tratamientos que obtuvieron menor rendimiento fueron el T3 de solución nutritiva INIA – Arena con 2.88 kg/m² y el T6 de solución nutritiva INIA-Arena Aserrín logrando así 1.59 kg/m².

Figura 5

Comparación en Cuanto al Rendimiento kg/m²



6.10 Análisis Económico

En el presente análisis económico describimos a los parámetros relevantes para determinar la rentabilidad o no rentabilidad de la producción del cultivo de pepino bajo la aplicación de tres soluciones nutritivas y dos tipos de sustratos.

Este análisis se realizó por cada tratamiento utilizado en la investigación siendo así que se detalla todo el análisis en el anexo 2.

6.10.1 Rendimiento Ajustado

El rendimiento ajustado para cada tratamiento bajo la aplicación de diferentes soluciones nutritivas, es el beneficio reducido en un porcentaje, con el fin de reflejar la diferencia entre la ventaja experimental y la aplicación de soluciones nutritivas.

Cuadro 29

Rendimiento Ajustado

	T1	T4	T2	T5	T3	T6
Rendimiento (Kg/m ²)	7,93	6,06	8,19	5,73	2,88	1,59
Rendimiento ajustado (-10%)	7,14	5,45	7,37	5,16	2,59	1,43

6.10.2 Beneficio Bruto

El beneficio bruto se determinó multiplicando el rendimiento ajustado de una campaña por el precio promedio de kilogramo del pepino considerando así la superficie de producción.

Cuadro 30

Beneficio Bruto

	T1	T4	T2	T5	T3	T6
Rendimiento (Kg/m ²)	7,93	6,06	8,19	5,73	2,88	1,59
Rendimiento ajustado (-10%)	7,14	5,45	7,37	5,16	2,59	1,43
Precio (Bs/Kg)	6	6	6	6	6	6
Beneficio bruto (m ²)	42,81	32,73	44,21	30,94	15,53	8,58
Beneficio bruto (22,75m ²)	973,93	744,59	1005,67	703,83	353,35	195,09

6.10.3 Costos Variables

Los costos variables son los costos relacionados con los insumos comprados, la mano de obra utilizada para las actividades productivas que varían con los tratamientos.

Cuadro 31

Costos Variables

	T1	T4	T2	T5	T3	T6
DESCRIPCION						
1,- MATERIAL VEGETAL						
semilla	20	20	20	20	20	20
2,- MANO DE OBRA						
Labores Culturales	240	240	240	240	240	240
Cosecha	60	60	60	60	60	60
3,- GASTOS GENERALES						
nutrientes	78	78	57	57	53	53
TOTAL	398	398	377	377	373	373

6.10.4 Costos Fijos

Los costos fijos, son aquellos que se mantienen para cada campaña y que no están relacionados con la producción final para esta investigación se han tomado en cuenta los costos de material de investigación, herramientas y otros gastos.

Cuadro 32

Costos fijos

	T1	T4	T2	T5	T3	T6
DESCRIPCION						
1,- MATERIALES DE CAMPO						
Arena	80	80	80	80	80	80
Aserrín	20	20	20	20	20	20
Alambre Galvanizado	12	12	12	12	12	12
Bandeja De Almacigo	20	20	20	20	20	20
Baldes	48	48	48	48	48	48
Bolsa Plásticas 50*20	57	57	57	57	57	57
Tutores Cuerda	20	20	20	20	20	20
TOTAL	257	257	257	257	257	257

6.10.5 Costos Totales

Los costos totales consideran la suma de los costos variables, los costos fijos y la adición de los imprevistos (+10%), dando así el total de gasto realizado.

Cuadro 33

Costos Totales

	T1	T4	T2	T5	T3	T6
Costo variable por campaña	398	398	377	377	373	373
Costo fijo por campaña	257	257	257	257	257	257
Imprevistos (+10%)	65,5	65,5	63,4	63,4	63	63
Costo total por campaña	720,5	720,5	697,4	697,4	693	693

6.10.6 Beneficios Netos

Los beneficios netos nos reflejan ingresos obtenidos luego de restar los costos totales de la producción, como se aprecia a continuación.

Cuadro 34

Beneficios Netos

	T1	T4	T2	T5	T3	T6
Beneficio bruto (22,75 m2)	973,93	744,59	1005,67	703,83	353,35	195,09
Costo total por cosecha	720,5	720,5	697,4	697,4	693	693
Beneficio Neto por cosecha	253,43	24,09	308,27	6,43	-339,65	-497,91

6.10.7 Relación Beneficio/ Costo (Bs/Campaña)

Es la relación que existe entre los beneficios brutos sobre los costos totales de la producción, se detallan la relación beneficio costo por una campaña.

Cuadro 35

Relación Beneficio /Costo (Bs Campaña)

	T1	T4	T2	T5	T3	T6
Beneficio bruto (22,75 m2)	973,93	744,59	1005,67	703,83	353,35	195,09
Costo total por cosecha	720,5	720,5	697,4	697,4	693	693
Relación Beneficio / Costo	1,35	1,03	1,44	1,01	0,51	0,28

7. CONCLUSIONES

- ✚ Para las variables agronómicas: En cuanto a la variable altura de planta, existió considerable significancia con respecto a utilizar diferentes soluciones nutritivas y sustratos dando como mayor altura a la solución nutritiva INIA – Aserrín T5 con un promedio 69.33 cm teniendo así a la solución CABEZAS – Arena T3 con el promedio más bajo de 34.67 cm.
- ✚ En cuanto a la cantidad de flores de planta, existió significancia con respecto a utilizar diferentes soluciones nutritivas y sustratos dando como mayor cantidad de flores a la solución nutritiva INIA – Arena T2 con un promedio 62 flores teniendo así a la solución CABEZAS – Aserrín T3 con el promedio más bajo de 21 flores.
- ✚ En cuanto a la cantidad de frutos, existió considerable significancia con respecto a utilizar diferentes soluciones nutritivas dando como mayor cantidad de frutos a la solución nutritiva INIA-Arena T2 con un promedio 24 frutos obteniendo, así como la solución CABEZAS –Aserrín T6 con el promedio más bajo de 8 frutos.
- ✚ En cuanto a la longitud del fruto, existió altamente significancia con respecto a utilizar diferentes soluciones nutritivas y sustratos dando como mayor longitud del fruto a la solución nutritiva INIA – Aserrín con un promedio 19 cm así a la solución CABEZAS – Aserrín con el promedio más bajo de 16.73 cm.

- ✚ En cuanto a el diámetro del fruto, existió altamente significancia con respecto a utilizar diferentes soluciones nutritivas y sustratos dando como mayor diámetro del fruto a la solución nutritiva INIA – Arena T2 con un promedio 6.09 cm así a la solución CABEZAS – Aserrín T6 con el promedio más bajo de 2.44 cm.
- ✚ Con respecto a los días de floración, existió altamente significancia con respecto a utilizar diferentes soluciones nutritivas y sustratos dando como inicio de floración a la solución nutritiva FAO – Arena T1 a los 59 días a diferencia de la solución CABEZAS – Arena T3 con inicio de floración a los 69 días.
- ✚ Con respecto a los días a la cosecha, existió significancia con respecto a utilizar diferentes soluciones nutritivas y sustratos dando como inicio de cosecha a la solución nutritiva FAO – Arena T1 a los 73 días a diferencia de la solución CABEZAS – Arena T3; Arena-Aserrín T6 y solución INIA –Arena T2 dan inicio de cosecha a los 86 días.
- ✚ En cuanto al peso del fruto, existió altamente significancia con respecto a utilizar diferentes soluciones nutritivas y sustratos dando como mayor peso del fruto a la solución nutritiva INIA – Arena T2 con un promedio 355.92 gramos así a la solución CABEZAS – Aserrín T6 con el promedio más bajo de 138.09 gramos.
- ✚ De acuerdo a los resultados del análisis económico para la producción de pepino beneficio/costo establece que el T2 es el de mejor B/C de 1.44 seguido de T1, T4, T5, con valores de 1.35; 1.03; 1.01; los tratamientos T3, T6, establecieron menor B/C de 0.51 y 0.28 indicando que los valores mayores a 1 son económicas rentables a diferencia de los menores.

7.1 RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el presente trabajo de investigaciones se pone a consideración las siguientes recomendaciones.

- Se sugiere realizar investigación a base de control de temperatura ya que estos producen más flores femeninas
- Se sugiere utilizar un distanciamiento entre plantas 50 x40 centímetros para un mejor manejo del cultivo
- Se sugiere no exceder al 1 litro de riego para evitar estrés hídrico.
- En caso de no contar con poca presencia de polinizadores realizar la polinización manual
- Se sugiere cultivos bajo sistema mixto (sustrato e hidroponía), y utilizar variedades de menor ciclo fenológico

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1 LITERATURA CONSULTADA

AGUIRRE, G. (2016). Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga. Selva Andina, pp 71-83.

ANDRADE, R. (2007). Cultivo hidropónico. Chile Santiago.

ALANOCA P, L., (2017). Efecto del abono orgánico líquido aeróbico en la producción del cultivo de pepino (*Cucumis sativus L.*), en la estación experimental de Patacamaya Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés.

ALVARADO, D.; CHAVEZ, F.; ANNA, K. (2001). Seminario de Agro negocios: Lechugas Hidropónicas. Universidad del Pacífico. Consultado 16 de abr. 2018.

Disponible en: <http://www.upbusiness.net/upbusiness/docs/mercados/11.pdf>.

ARTEAGA, J., (2015). Apuntes de diseños experimentales I Ediciones, AGAETRA. La Paz, Bolivia. pp.

ARRAZOLA, V, J. (2000). Evaluación de gametocitos en la producción de androesterilidad en pepino y zapallo. Tesis de licenciatura en Ing., Agr. Facultad de Agronomía. UMSS. Cochabamba, 73 pp.

BAUTISTA M, R., (2018). Efecto de té de humus de lombriz en el cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea L.*) variedad viroflay a diferente frecuencia de aplicación en cota la paz Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés.

BELTRANO, J, GIMENEZ, D. (2015). Cultivo en Hidroponía. Universidad de la Plata.

CABEZAS ALBARRACIN, R. (2018). Soluciones Nutritivas.

CALLIZAYA H, S., (2015). Efecto de la aplicación de biol sobre el comportamiento productivo del pepino (*Cucumis sativus L.*) bajo condiciones de carpa solar Tesina de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés

CALZADA, J. (1982). Métodos estadísticos para la investigación Editorial. Milagros S.A. quinta edición. Lima Perú. p. 550.

CARRASCO, G. 1996. La empresa hidropónica de mediana escala. La técnica de la solución Nutritiva Re circulante (NFT). Chile Universidad de Talca.

CACERES, E., 1971. Producción de Hortalizas en Invernadero. México. Hermanos Herrero S.A. 160 p.

CATACORA, E.P., (1996) Curso Internacional de Hidroponía. Centro de investigación de Hidroponía. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú. Pp. 396.

CHILON, E. (1997). Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ed. Centro de investigación y difusión de alternativas tecnológicas para el desarrollo (C.I.D.A.T). La Paz – Bolivia p. 185

CLAROS, M, G. (2000). Comportamiento Agronómico de ocho variedades de pepino (*Cucumis sativus L*) bajo condiciones de invernadero para la obtención de semilla. Tesis de grado UMSA. La Paz, Bolivia.4-11, 13-16, 34-36, 45 pp.

CONDORI G, I (2019). Evaluación de la producción de forraje hidropónico en cebada (*Hordeum vulgare*) a diferentes dosis de caldo de humus de lombriz en la estación

experimental de Patacamaya Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés.

DECOTEAU, D. R (2000) Vegetable Crops.upper Rever Company. New Jersey U.S. A
464 pp

GALVEZ, F. (2004). El cultivo del pepino en invernadero. Producción Hortícola. 2° edición pp 282-293.

GARCIA, N.A., (2014). Estrategias financieras empresariales. Editorial ebook. México.

GORDON, R. H. (1992). Horticultura. 1ª Reimpresión. Editor S.A México. D. F.

HERNANDEZ SAMPIERI R., FERNANDEZ C.C., BAPTISTA L. M. (2010). Metodología de la investigación: investigación cuantitativa quinta edición.

HIDALGO VILCHEZ, C. (2018). Cultivo sin Suelo.

HUIZA M, M., (2015). Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (avena sativa) bajo tres niveles de abonamiento con té de humus de lombriz Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés.

HUTERWAL, G. O., (1991). Hidroponía. Editorial Albatros. Buenos Aires Argentina. pp. 40 53.

HUERRES, C. 1991. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. Habana- Cuba. pp. 312.

KRÍSTKOVA, E; LEBADA, A; VINTER, V; BLAHOUSEK, O (2003). Genetic resources of the genus *Cucumis* and their morphological description. Horticultural Science.

LOPEZ ZAMORA, C. M. (2003). Cultivo del Pepino. CENTA.

LOWER, R.L; EDWARDS, M.D (1986) Cucumber breeding. On: Breeding Vegetable Crops Bassett M.J AVI Publishing Company INC Westport Conneticut584pp

MARMOL R, J. (2011). Cultivo del pepino en invernadero.

MEDRANO G, P., (2017). Cultivo de lechuga (*lactuca sativa*) en sistema mixto (suelo e hidroponía) bajo diferentes soluciones nutritivas en el centro experimental de cota cota. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés.

MURILLO, W.A., (2010). Optimización de la producción de tres especies de hortalizas bajo producción hidropónica en el sistema NFT en los invernaderos —La Huertall en la localidad de Chicani. Trabajo dirigido. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.

QUISPE, C, D. (2000). Uso de Biol en la fertilización foliar y radicular en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus L.*) bajo diferentes concentraciones en ambiente atemperado. Tesis de grado de UMSA. La Paz - Bolivia 25-40 pp.

RECHE M, J. (2011). Cultivo del pepino en invernadero Madrid España pp50.

RESH, H. M., (2005). Cultivos hidropónicos. 5ta Edición. Editorial Mundi — Prensa. Madrid

RODRIGUEZ, A., Hoyos M., Chang., (2002). Manual práctico de hidroponía. Tercera edición. Centro de Investigación de Hidroponía Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú.

RODRIGUEZ, M, (2011) Densidad de Siembra y su efecto en la producción de Biomasa de *Cucumis sativus*. cultivado en forma hidropónica como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro En Ciencias en Producción Agrícola. Facultad de agronomía. Nueva León Escobedo, N. L.

ROJAS, W., (2006). Apuntes de Botánica sistemática. Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 45 pp.

SANTANA, R., (2016). Comportamiento agronómico de seis variedades de espinaca (*Sinacea oleracea l.*) con la técnica hidropónica NFT en el centro experimental de cota – cota. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés.

SORIA CAMPOS, J. A. (2012). Hidroponía básica para principiantes.

SOTO BRAVO, F. (2015). Hidroponía familiar en sustrato.

Tamaro, D. 2005. Guía para el cultivo de hortalizas. Editorial Limusa. Mx. p. 34.

VALADEZ, L., (1993). Producción de hortalizas. México DF. Editorial UTCHA. pp.56 – 101.

VALLEJO, F.A.; ESTRADA, E.I. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Ediciones Mundi – Prensa, S.A. Cali, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. p. 291-311.

VELASCO, J., AGUIRRE, G., & ORTUÑO, N. (2016). Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga. *Selva Andina*, 71-83.

ZAMUDIO G, B., FELIX R, A. (2014). Producción de pepino bajo invernaderos en valles altos. México.

8.2 SITIOS WEB CONSULTADOS.

AGROHUERTO.COM Variedades de pepino consultado 06 de abril 2020 disponible en <https://www.agrohuerto.com/tipos-de-pepinos/>.

Carrasco, O. 2008. Guía completa para el cultivo y cuidado de hortalizas. Barcelona, ES. pp. 71-73. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/56665949/Manual-de-Horticultura-Guia-completa-para-el-cultivo-y-cuidado-de-hortalizas#scribd>

CENTA.COM enfermedades de hortalizas consultado 02 de mayo 2020 disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Pepino%202003.pdf>.

EDUCA.COM Distritos municipales de el alto consultado 10 de mayo 2020 disponible en: <https://www.educa.com.bo/geografia-municipios/distritos-municipales-municipio-de-el-alto>.

FAOSTAT. Consultado 3 de abril 2020. disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.

HIDROPONÍA BOLIVIA, Cultivos hidropónicos en Bolivia. (Disponible en línea: <http://www.hidroponiabol.com/que-es-la-hidroponia-&catid=39:noticias-y-publicaciones&Itemid=181>). (Consultado:1 de marzo, 2020).

INFOAGRO.COM. Cultivo de pepino. Consultado 19 de mayo del 2020. Disponible en: <http://www.infoagro.com/cultivos/pepino.htm>.

INIFAP. Ciencias agrícolas. Consultado 12 de marzo del 2020. Obtenido de <http://wwwcienciasagricolas.inifap.gob.mx>.

INTAGRI S.C. Floración en cultivos hortofrutícolas. Consultado 16 de junio 2020 de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulacion-de-la-floracion-en-cultivo-hortofruticolas>.

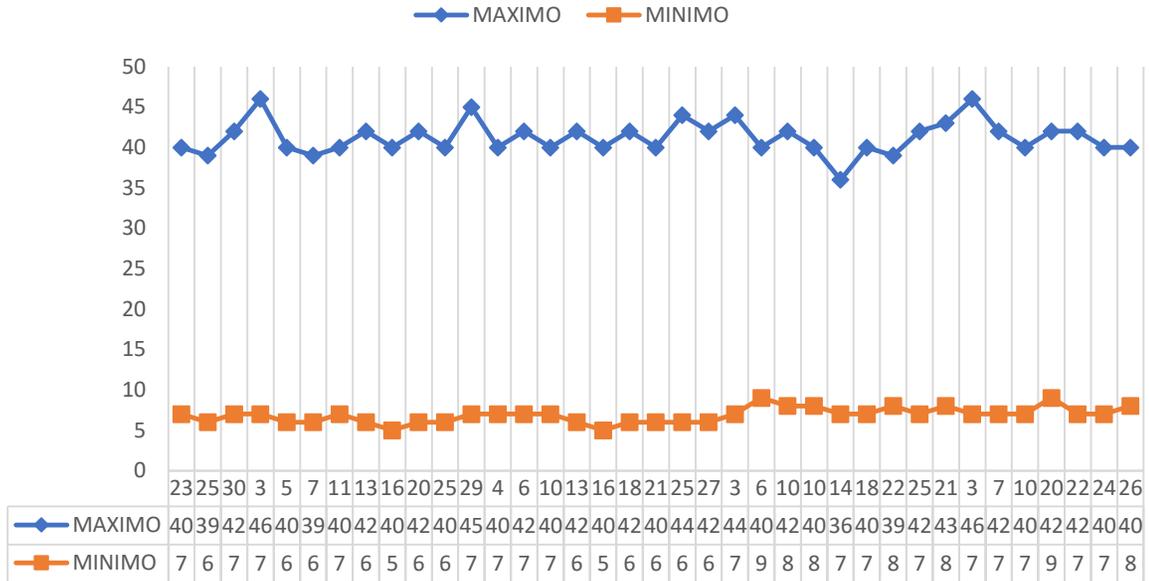
SOQUIMICH Fuentes nutricionales. Consultado 15 de julio 2020 de [https://www.sqmc.cl/es/article/el-nitrato-de-potasio_valores nutricionales](https://www.sqmc.cl/es/article/el-nitrato-de-potasio-valores-nutricionales)

ANEXOS

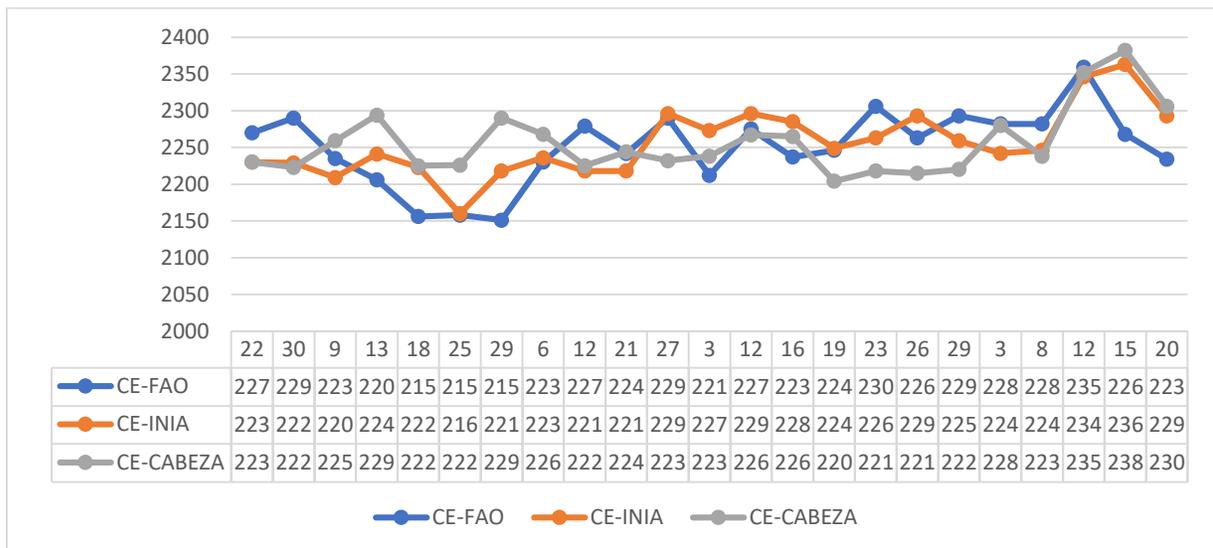
Anexo 1

Datos registrados

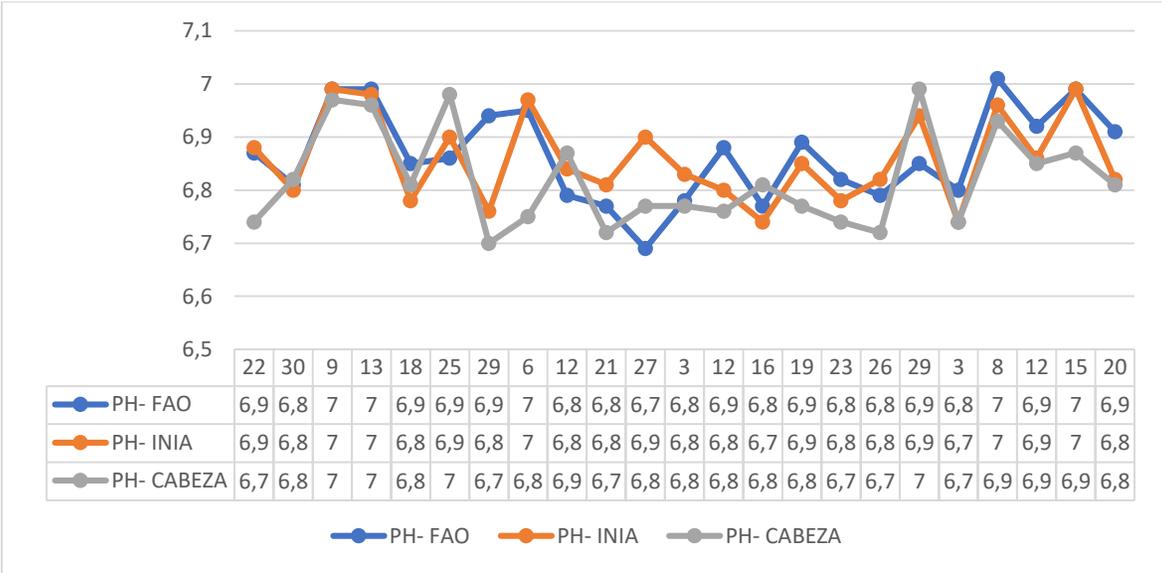
Temperaturas de máximas y mínimas



Conductividad Eléctrica



Peachimetro (pH)



ANEXO 2

COSTOS UNITARIOS

Solución hidropónica FAO

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO TOTAL
1,- MATERIAL VEGETAL				
SEMILLA	ONZ	0,5	40	20
2,- MANO DE OBRA				
PREPARADO DE SUSTRATO	JORNAL	1	60	60
LABORES CULTURALES	JORNAL	3	60	180
COSECHA	JORNAL	1	60	60
3,- GASTOS GENERALES				
NUTRIENTES	GLB	1	78	78
4,- MATERIALES DE CAMPO				
ARENA	CUBO	0,5	160	80
ASERRIN	CUBO	0,5	40	20
ALAMBRE GALVANIZADO	ROLLO	1	12	12
BANDEJA DE ALMACIGO	UNID	2	10	20
BALDES	UNID	3	16	48
BOLSA PLASTICAS 50*20	PAQ	1	57	57
TUTORES CUERDA	ROLLO	5	4	20
5,- EQUIPO Y MAQUINARIA				
BALANZA	UNID	1	150	150
PEACHIMETRO	UNID	1	800	800
TOTAL		1605		

COSTOS UNITARIOS

Solución hidropónica INIA

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO TOTAL
1,- MATERIAL VEGETAL				
SEMILLA	ONZ	0,5	40	20
2,- MANO DE OBRA				
PREPARADO DE SUSTRATO	JORNAL	1	60	60
LABORES CULTURALES	JORNAL	3	60	180
COSECHA	JORNAL	1	60	60
3,- GASTOS GENERALES				
NUTRIENTES	GLB	1	57	57
4,- MATERIALES DE CAMPO				
ARENA	CUBO	0,5	160	80
ASERRIN	CUBO	0,5	40	20
ALAMBRE GALVANIZADO	ROLLO	1	12	12
BANDEJA DE ALMACIGO	UNID	2	10	20
BALDES	UNID	3	16	48
BOLSA PLASTICAS 50*20	PAQ	1	57	57
TUTORES CUERDA	ROLLO	5	4	20
5,- EQUIPO Y MAQUINARIA				
BALANZA	UNID	1	150	150
PEACHIMETRO	UNID	1	800	800
TOTAL				1584

COSTOS UNITARIOS

Solución hidropónica Cabezas

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO TOTAL
1,- MATERIAL VEGETAL				
SEMILLA	ONZ	0,5	40	20
2,- MANO DE OBRA				
PREPARADO DE SUSTRATO	JORNAL	1	60	60
LABORES CULTURALES	JORNAL	3	60	180
COSECHA	JORNAL	1	60	60
3,- GASTOS GENERALES				
NUTRIENTES	GLB	1	53	53
4,- MATERIALES DE CAMPO				
ARENA	CUBO	0,5	160	80
ASERRIN	CUBO	0,5	40	20
ALAMBRE GALVANIZADO	ROLLO	1	12	12
BANDEJA DE ALMACIGO	UNID	2	10	20
BALDES	UNID	3	16	48
BOLSA PLASTICAS 50*20	PAQ	1	57	57
TUTORES CUERDA	ROLLO	5	4	20
5,- EQUIPO Y MAQUINARIA				
BALANZA	UNID	1	150	150
PEACHIMETRO	UNID	1	800	800
TOTAL				1580

Anexo 3

Fotos Durante la Investigación

Anexo 1

Almacigo de Semillas



Anexo2

Preparación de Sustratos



Anexo 3

Trasplante de Plantas



Anexo 4

Primeras Hojas



Anexo5

Riego con Soluciones



Anexo 6

Deshierbe de plantas



Anexo7
Tutoreo



Anexo 8
Aparición de Flores



Anexo 2

Días a la Floración



Anexo 10

Etapa de Floración



Anexo 11
Poda de Hojas



Anexo 12
Flor Femenina del Pepino



Anexo 13

Etapa de Fructificación



Anexo 14

Recubrimiento con Malla



Anexo 15
Fruto Maduro



Anexo 16
Longitud del fruto



Anexo 17

Diámetro de Fruto



Anexo 18

Peso de Fruto

